

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-184420

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月9日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 9 F 19/02  
19/18

識別記号

F I

G 0 9 F 19/02  
19/18

M  
Z

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願平9-349803

(22) 出願日 平成9年(1997)12月18日

(71) 出願人 000008013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 大島 文治

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 天竺 信正

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 池田 秀行

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 宮田 金雄 (外2名)

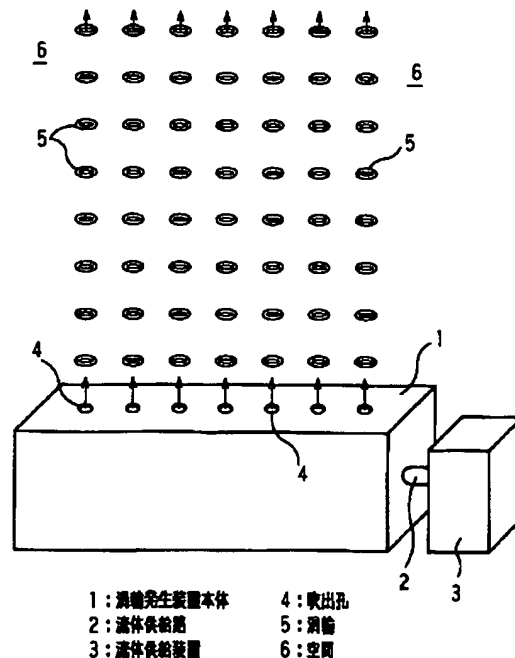
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 渦輪発生装置、それを用いた表示装置及び表示方法

(57) 【要約】

【課題】 任意の空間に並進する渦輪群を生じさせることができる装置を得、さらに、任意の絵や文字等を表示できる表示装置を得る。

【解決手段】 流体に圧力を加える圧力手段と、前記圧力手段にて圧力が加えられた流体を渦輪としてあらかじめ設定された方向に吹き出すとともに、該渦輪を並進可能な間隔で吹き出す、複数配置して空間に開口する吹出孔4と、を備え、前記圧力を繰り返し変化させて前記吹出孔から連続的に渦輪を発生させ複数の渦輪列を形成させる。さらに、渦輪に識別要素を添加したり、照明を照射したりして、渦輪により空間に表示を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 流体に圧力を加える圧力手段と、前記圧力手段にて圧力が加えられた流体を渦輪としてあらかじめ設定された方向に吹き出すとともに、該渦輪を並進可能な間隔で吹き出す、複数配置して空間に開口する吹出孔と、を備え、前記圧力を繰り返し変化させて前記吹出孔から連続的に渦輪を発生させ複数の渦輪列を形成させることを特徴とする渦輪発生装置。

【請求項2】 隣接する吹出孔の中心軸間の距離を $L$ 、吹出孔の直径をそれぞれ $D_1$ 、 $D_2$ とすると、 $L-0.5(D_1+D_2)>D_2$ 及び $L-0.5(D_1+D_2)>D_1$ となるように吹出孔の配置間隔を設定したことを特徴とする請求項1記載の渦輪発生装置。

【請求項3】 渦輪同士が相互干渉しないように、複数の吹出孔から渦輪を吹き出すタイミングを同期させると共に、吹き出す時間間隔を一定に制御したことを特徴とする請求項1記載の渦輪発生装置。

【請求項4】 圧力手段は圧力室の体積を変更する手段を備えたものであることを特徴とする請求項1ないし3の何れかに記載の渦輪発生装置。

【請求項5】 圧力手段は圧力室に圧縮した流体を供給する手段を備えたものであることを特徴とする請求項1ないし3の何れかに記載の渦輪発生装置。

【請求項6】 圧力手段は単一、または、複数から構成されたことを特徴とする請求項1ないし5の何れかに記載の渦輪発生装置。

【請求項7】 時間間隔において圧力が加えられた流体を得る圧力室と、前記圧力室に接続され、前記時間間隔において圧力が加えられた流体を渦輪として空間に連続的に吹き出す吹出孔と、前記渦輪とこの渦輪が吹き出された空間に存在する流体との識別を行う、または特定の位置に吹き出される渦輪と他の渦輪との識別を行う識別要素を前記渦輪に添加する識別要素添加手段と、を備え、前記渦輪により空間に表示を行うことを特徴とする表示装置。

【請求項8】 時間間隔において圧力が加えられた流体を得る圧力室と、前記圧力室に接続され、前記時間間隔において圧力が加えられた流体を渦輪として空間に連続的に吹き出す吹出孔と、前記渦輪に光を反射する識別要素を添加する識別要素添加手段と、吹き出された渦輪に照明を照射する単一または複数の光源と、を備え、前記識別要素を添加した渦輪とこの渦輪に照射する照明により空間に表示を行うことを特徴とする表示装置。

【請求項9】 識別要素を圧力室に、または、圧力室と吹出孔の接続部分に供給することを特徴とする請求項7または8記載の表示装置。

【請求項10】 光源は任意の時間間隔で、任意の時間照射することを特徴とする請求項8記載の表示装置。

【請求項11】 並進する渦輪群の中の特定の渦輪の位置に照明を照射する光源と、前記渦輪がその特定の位置

に存在する際照明を照射する光制御手段と、を備えたことを特徴とする請求項7または8記載の表示装置。

【請求項12】 光源は個別に点灯および消灯を制御できる複数の光源であることを特徴とする請求項9ないし11の何れかに記載の表示装置。

【請求項13】 吹出孔と対向して配置され、吹出孔から吹き出された渦輪または該渦輪に添加された識別要素を回収する手段を備えたことを特徴とする請求項7または8記載の表示装置。

【請求項14】 複数の渦輪列によりスクリーンを形成するステップと、前記渦輪列の複数の所定の位置に光を照射可能に照明装置を配置するステップと、前記渦輪列の所定の位置に渦輪が存在する際に前記光を照射して画像を形成させるステップと、を備えたことを特徴とする表示方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、主に大型ショーウィンドー、変更自在のネオンサイン、テロップ、3次元表示装置、立体TV等の表示手段として使用可能な渦輪発生装置並びにそれを用いた表示装置及び表示方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より流体を利用した表示装置として、水中に気泡を発生させて絵や文字等の任意のパターンを表示する情報伝達装置が考案されていた。例えば図31は特開平7-20807号公報に記載された気泡を水中に発生させて水槽の透視面に任意のパターンを表示するよう構成された、従来の情報伝達装置を示す概念図である。図において、100は前側面及び後側面の少なくとも一方が透視面として構成された水槽、101A~101Zは上記水槽100内の下部に幅方向に列状に並置された散気体、102は上昇水流を示す矢印、103は空気供給源、104A~104Dは上記散気体101A~101Zに設けられた気泡放出用の細孔から噴出される気泡群、105A~105Zは電磁弁、106A及び106Bは表示パターン、107はコントローラである。

【0003】次に動作について説明する。上記構成において、空気供給源103より電磁弁105A~105Zを介して各散気体101A~101Zに空気が供給される。各散気体101A~101Zからは気泡放出用の細孔を介して上記水槽100内に一様の上昇流102が生起される。この状態で上記電磁弁105A~105Zをコントローラ107を介して個別に開閉制御することによって、上記散気体101A~101Zのうちの任意のものから任意の時刻に放出させた気泡群104A、104B、…により、任意の表示パターン106A、106Bを水槽の透視面に現出させることができる。

【0004】また、流体を利用した装置として、渦輪を

断続的に発生させて任意の流体を任意の場所にスポット的に搬送する送風装置が考案されていた。例えば図32は特開平7-332750号公報に記載された断続的に生成される渦輪を利用して任意の位置に流体を搬送するよう構成された従来の送風装置を示す概念図である。図において、110は吹き出し装置、111は吹き出し口、112は被搬送流体、113は渦輪である。

【0005】次に動作について説明する。上記構成において、吹き出し装置110に設けられた気室の室圧を繰り返し変化させることにより、吹き出し装置110の1つにつき1つの吹き出し口111から噴出される被搬送流体112はドーナツ型の渦輪113となる。渦輪113は周囲流体への誘引拡散作用が少ないために、例えば図33のようにスポット的にかつ初期の性状を保ちつつ、在人箇所114に被搬送流体112を搬送することができる。

【0006】さらに、単独の吹出孔から吹き出される渦輪の生成装置としては以下のような従来技術が考案されていた。例えば、ラウドスピーカーで駆動する方法（特開平7-332750号公報、あるいはHo, Chih-Ming & L.S.G.Kovaszny, Unsteady Surface Pressure Generated by an Impinging Vortex Ring, 1994）、圧縮空気を回転するスリットから断続的に噴出させる方法（P.G. Parikh & R.J.Moffat, Trans. ASME J. Fluids Eng., 104, 1982, 482-488）、マイコン制御で箱内のブランチャーを一方に間欠的に動作させて箱前方のオリフィスから渦輪を発生させる方法（特開平7-332750号公報、あるいは山田日出夫、松井辰弥、同軸対称軸を並進する複数個の渦輪の干渉、第14回流体力学講演会講演集、1982、198-201）、送風機によって送られてくる空気を回転するスリットから断続的に噴出させる方法（山田日出夫、望月修、山辺春雄、松井辰弥、“渦輪列の実験—干渉モードと運動の様子”、ながれ3、日本流体力学会誌、1984、367-377）、カムを介してモータに連結されたピストンを上下して断続的に渦輪を噴出させる方法（特開平7-332750号公報、あるいはT.Maxworthy, Some Experimental Studies of Vortex Rings, J. Fluid Mech. 1977, 81, 3, 465-495）等である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来の水泡を利用した情報伝達装置は、以上のように構成されているので、水槽内の限られた閉空間にしか文字や絵等を表示できないため、設置場所が限定されたり、水泡群の上昇運動はカオス的な要素が強く、正確に位置と移動速度を制御するのが困難であるという問題があった。

【0008】また、従来の渦輪の生成装置は、以上のように構成されているので、任意の空間に単発的な渦輪を発生させることが研究されているだけで密に分布した多重並列の渦輪群については発想そのものが存在しなかった。

【0009】本発明は上記のような問題点を解決するために成されたもので、空気あるいはそれに準ずる流体を渦輪の形で用い、任意の空間に並進する渦輪群を生じさせることができる装置を得ることを目的とする。

【0010】また、本発明の目的は、任意の空間に吹き出される渦輪群を用いて、空間に任意の絵や文字等を表示できる表示装置を得ることにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】第1の発明に係る渦輪発生装置は、流体に圧力を加える圧力手段と、前記圧力手段にて圧力が加えられた流体を渦輪としてあらかじめ設定された方向に吹き出すとともに、該渦輪を並進可能な間隔で吹き出す、複数配置して空間に開口する吹出孔と、を備え、前記圧力を繰り返し変化させて前記吹出孔から連続的に渦輪を発生させ複数の渦輪列を形成させるものである。

【0012】第2の発明に係る渦輪発生装置は、第1の発明において、隣接する吹出孔の中心軸間の距離をL、吹出孔の直径をそれぞれ $D_1$ 、 $D_2$ とすると、 $L-0.5(D_1+D_2)>D_2$ 及び $L-0.5(D_1+D_2)>D_1$ となるように吹出孔の配置間隔を設定したものである。

【0013】第3の発明に係る渦輪発生装置は、第1の発明において、渦輪同士が相互干渉しないように、複数の吹出孔から渦輪を吹き出すタイミングを同期させると共に、吹き出す時間間隔を一定に制御したものである。

【0014】第4の発明に係る渦輪発生装置は、第1ないし3の何れかの発明において、圧力手段は圧力室の体積を変更する手段を備えたものである。

【0015】第5の発明に係る渦輪発生装置は、第1ないし3の何れかの発明において、圧力手段は圧力室に圧縮した流体を供給する手段を備えたものである。

【0016】第6の発明に係る渦輪発生装置は、第1ないし5の何れかの発明において、圧力手段は単一、または、複数から構成されたものである。

【0017】第7の発明に係る表示装置は、時間間隔において圧力が加えられた流体を得る圧力室と、前記圧力室に接続され、前記時間間隔において圧力が加えられた流体を渦輪として空間に連続的に吹き出す吹出孔と、前記渦輪とこの渦輪が吹き出された空間に存在する流体との識別を行う、または特定の位置に吹き出される渦輪と他の渦輪との識別を行う識別要素を前記渦輪に添加する識別要素添加手段と、を備え、前記渦輪により空間に表示を行うものである。

【0018】第8の発明に係る表示装置は、時間間隔において圧力が加えられた流体を得る圧力室と、前記圧力室に接続され、前記時間間隔において圧力が加えられた流体を渦輪として空間に連続的に吹き出す吹出孔と、前記渦輪に光を反射する識別要素を添加する識別要素添加手段と、吹き出された渦輪に照明を照射する単一または複数の光源と、を備え、前記識別要素を添加した渦輪と

この渦輪に照射する照明により空間に表示を行うものである。

【0019】第9の発明に係る表示装置は、第7または8の発明において、識別要素を圧力室に、または、圧力室と吹出孔の接続部分に供給するものである。

【0020】第10の発明に係る表示装置は、第8の発明において、光源は任意の時間間隔で、任意の時間照射するものである。

【0021】第11の発明に係る表示装置は、第7または8の発明において、並進する渦輪群の中の特定の渦輪の位置に照明を照射する光源と、前記渦輪がその特定の位置に存在する際照明を照射する光制御手段と、を備えたものである。

【0022】第12の発明に係る表示装置は、第9ないし11の何れかの発明において、光源は個別に点灯および消灯を制御できる複数の光源であるものである。

【0023】第13の発明に係る表示装置は、第7または8の発明において、吹出孔と対向して配置され、吹出孔から吹き出された渦輪または該渦輪に添加された識別要素を回収する手段を備えたものである。

【0024】第14の発明に係る表示方法は、複数の渦輪列によりスクリーンを形成するステップと、前記渦輪列の複数の所定の位置に光を照射可能に照明装置を配置するステップと、前記渦輪列の所定の位置に渦輪が存在する際に前記光を照射して画像を形成させるステップと、を備えたものである。

【0025】

【発明の実施の形態】実施の形態1。図1は、本発明の実施の形態1による渦輪発生装置の基本構成図である。図において、1は渦輪発生装置本体、2は流体供給路、3は流体供給路2を介して渦輪発生装置本体1に接続される流体供給装置、4は渦輪発生装置本体1の一面に列状あるいは碁盤目状あるいは任意の配列パターンで設けられた複数の吹出孔であり、この図では円形の吹出孔が1列状に設けられている。5は吹出孔4から間欠的に連続して吹き出された渦輪、6は渦輪5が吹き出される空間である。但し、渦輪発生装置本体1の吹出孔4が設けられた面は平面または凸状の曲面で形成されるものである。なお流体供給装置3は空間6につながる外気を装置内に取り入れる開口を有しており流体の供給を連続的に行うことができる。

【0026】次に動作について説明する。噴出させる流体が保持される渦輪発生装置本体1内の圧力室（図示せず）内を瞬間的または短時間に昇圧すると、渦輪発生装置本体1に設けられた複数の吹出孔4から同一の噴出タイミングで圧力室内の流体が空間6に吹き出される（排気過程）。次に、圧力室内部を瞬間的または短時間に減圧することにより、吹き出された流体とほぼ同一の量の流体が、流体供給路2を介して流体供給装置3から渦輪発生装置本体1に供給される（吸気過程）。一方、渦輪

発生装置本体1に設けられた複数の吹出孔4より吹き出された流体塊は、ドーナツ状の渦輪5を形成し、ほぼ直線的に吹出孔4から遠ざかる方向に向かって運動する。前記吸気過程と排気過程を所定の周波数で連続的に反復することにより、前記吹き出された渦輪5が吹出方向に所定の間隔で直進し、且つ吹出方向と垂直な方向に所定の間隔で並進し、任意の空間6中に碁盤目状や任意の配列パターン状の渦輪列を構成する。

【0027】さらに、吹き出された個々の渦輪に、着色用の染料、粉体、蒸気、ミスト、反射片等の周囲流体との識別要素を混入すると、周囲流体と区別されて表現することが出来、さらにライティングする等の何らかの照明を外的に照射することにより、渦輪群全体として模様や任意の絵や文字等の情報を保持させることが可能となる。ここで、任意の空間6は屋外やアトリウム等の大空間のような開放空間、或いは室内等の閉空間、或いはショーウィンドーやガラス箱の中であっても同様の効果を奏する。さらに、渦輪5の吹出方向は、上方向に限らず、横方向、下方向、斜め方向等の任意の方向であっても圧力を持って吹き出されるため直進するので渦輪は常に一定の方向と位置を保ちながら動くことが出来、同様の効果を奏することは言うまでもない。

【0028】ここで、上記渦輪群の運動に関し詳述する。まず、単一の吹出孔4から断続的に吹き出される渦輪5列の発生メカニズムについて図2を用いて説明する。図2において、7は流体供給路2を介して流体供給装置3に接続される圧力室、8は渦輪5の吹出孔4を形成するナイフエッジ、9は渦輪5の断面内での流体の回転方向を示す矢印、10は渦輪5の進行方向を示す矢印である。該渦輪発生装置本体1において、ナイフエッジ8状の吹出孔4を有した圧力室7に、流体供給路2を介して流体供給装置3から任意の流体を供給する。続いて圧力室7の室圧を適当な手段により上昇させることにより、圧力室7内の流体を吹出孔4から空間6中へ突発的に吹き出させる。吹き出された流体は、ナイフエッジ8に加工された吹出孔4を通過する際に、空間6に存在する静止した流体との間に強い剪断力を生じ、その巻き込み作用により図中に矢印9で示した回転方向を有する環状の渦核11を形成する。

【0029】形成された渦核11は吹き出された流体塊を巻き込んで有限の直径を有する渦輪5へと成長する。この際、渦核11の有する回転の強さは吹き出し時に静止流体との間に生じた剪断力の強さに依存し、それは循環Γと呼ばれる量で記述される。渦はケルビンの循環定理に示されるように、粘性効果を無視した場合、循環Γを保存する。つまり、渦輪5は周囲の流体との間の誘引拡散を生ぜず、内部で回転する流体を閉じこめたまま移動する。このことは、渦輪発生装置1から吹き出された渦輪5は、周囲の流体へ拡散する効果が小さいため、通常の噴流と比較した場合より遠方まで空間6内を流体を

輸送する能力をもつことを意味する。なおナイフエッジ8の形状は図2(a)のようなものでも、(b)のようなものでもよい。

【0030】次に、渦輪5を連続的に吹出孔4から噴出させることを考える。つまり、図1のように複数の吹出孔4を渦輪発生装置1に設置して、任意のタイミングで連続的に渦輪5を噴出させた場合の渦輪群の運動について、吹き出された渦輪5各個別間にどのような相互干渉が発生するかを詳細に述べる。

【0031】まず単純な同一直線上を運動する2つの渦輪5について考察する。図3は同一直線上を隣接して直進する2つの渦輪の模式図である。空間中に放出された2つの渦輪5a、5bは、先行する渦輪5bの誘導速度13b、13c、13dで後ろの渦輪5aの直径12aは小さくなり、逆に後ろの渦輪5aのために前の渦輪5bの直径12bは大きくなる。渦輪5を構成する渦管は、引き延ばされて直径が小さくなると渦度が大きくなり、渦管中の流体の回転角速度は速くなり、逆に縮んで直径が大きくなれば渦度は小さくなり、流体粒子の回転は遅くなる性質を持つ。故に、後ろの渦輪5aの前進速度は増加し、前の渦輪5bの前進速度は減少するので、ついには後ろの渦輪5aは前の渦輪5bを通り抜ける。ここで、両者の前後関係は逆転し、その後は同様の運動\*

$$\text{渦レイノルズ数: } Re = UD/\nu = \Gamma/\nu \quad (1)$$

$$\text{渦スタントン数: } St = fD/U = fD^2/\Gamma \quad (2)$$

で定義される。

【0034】図2の装置において、上記の考えを基に、吹出孔4の直径Dと動粘性係数 $\nu$ が固定値であると仮定して求めると、噴出速度Uを増加させて渦レイノルズ数Reを大きくするに従って、干渉モード、合体モード、追い抜きモードの順に渦輪列の運動が変化する。さらに合体モード或いは追い抜きモードが生じる渦レイノルズ数において、渦輪5の噴出周波数fを減少させる、即ち渦スタントン数Stを減少させることにより、前後の渦輪5同士が干渉しない凍結モードが出現する。以上より、渦レイノルズ数Reと渦スタントン数を適切な値に制御することにより、図2の装置を、単一の吹出孔4から一定時間間隔でパルス的に噴出される渦輪列が、相互干渉せず且つ吹出孔4の中心軸状を一行に直進するよう構成することが可能となる。即ち、吹出孔からの噴出速度U、循環 $\Gamma$ 、吹出孔直径D、噴出周波数fを制御することにより、同一直線上を等間隔に並んで直進する渦輪列を構成することが可能であることが判明した。

【0035】この結果、渦輪の吹出圧力やその吹出間隔を制御することにより、渦レイノルズ数Reと渦スタントン数Stを適宜に調節して、逆に渦輪同士が規則的に或いは不規則的に干渉しながら直進する1列の渦輪列を構成することも可能であることは言うまでもない。

【0036】次に、前述した渦輪の前後における干渉現象に加え、さらに左右の相互干渉について検討した結果

\*を繰り返す。

【0032】このような2つの渦輪5a、5bの干渉現象は、渦の強度、渦輪の前進速度、渦輪直径、渦輪間の距離すなわち渦輪の吹き出し時間間隔等の条件により異なったものとなる。例えば、渦輪間の距離が長い(渦輪5の放出間隔が長い)場合、渦輪同士は干渉せず、そのままの位置関係を保ったまま直進する。逆に渦輪間隔を狭めると、上述の追い抜き現象が発生することは自明である。

【0033】次に、図2において、圧力室7に一定時間間隔でパルス的に陽圧を与えることにより渦輪5を連続的に噴出することを考える。この1列の渦輪列に関しては、山田等(ながれ3、日本流体力学学会誌、1984、364-377、または、ながれ5、日本流体力学学会誌、5、1986、45-53)により基礎的な実験研究が成されており、渦輪列の運動の様子を、渦輪の渦レイノルズ数Re及び渦スタントン数Stにより分類して、渦輪同士が合体する合体モード、渦輪同士が追い抜き追い抜きモード、等間隔を保ちながら干渉せずに運動する凍結モード、数個の渦輪が合体する合体モード等にまとめられると報告している。ここで、渦輪5の吹出孔4における噴出速度U、吹出孔の直径D、流体の動粘性係数 $\nu$ 、渦輪5の単位時間当たりの噴出周波数fとすると、

$$\text{渦レイノルズ数: } Re = UD/\nu = \Gamma/\nu \quad (1)$$

$$\text{渦スタントン数: } St = fD/U = fD^2/\Gamma \quad (2)$$

を述べる。図4に示したのは、渦輪発生装置1に直径がD<sub>a</sub>及びD<sub>b</sub>の2つの吹出穴4a及び4bを中心軸間距離Lだけ隔てて併設した渦輪発生装置であり、吹出穴4a及び4bからは同一のタイミングで2個の渦輪5a及び5bが空間6に吹き出される。吹き出された渦輪5a及び5bは自己の誘導速度により、それぞれ吹出穴4a及び4bの中心軸上を10a及び10bの方向に進む。並進するにつれ、渦輪5a、5b間にお互いの誘導速度に起因する相互干渉が生じる。吹き出された直後の個々の渦輪5a及び5bが有する渦核間距離は吹出孔の直径に略等しく、隣接する渦輪の渦核11b及び11cの隔てられた距離は、 $(L - 0.5(D_a + D_b))$ で記述される。ここで、例えば渦核11bに生じる誘導速度の大きさは、ヒオサバールの法則より、渦核間距離の2乗に反比例する各渦核による誘導速度のベクトル和によって決定されると仮定すると、並列する渦輪の隣接する渦核11b及び11cの隔てられた距離が吹出孔直径D<sub>a</sub>またはD<sub>b</sub>に略等しい渦核(11aと11bまたは11cと11d)間距離よりも小さい場合には、渦輪5aの直進安定性を維持するのに必要な渦核11aより、進行方向とは逆方向の誘導速度13aを生じる隣接する渦核11cの影響の方が強くなり、図に示すように渦核11bは進行方向とは逆方向に曲げられる。一方、渦輪5bについても同様に渦核11cが誘導速度13bにより進行方向と反対の方向に運動するため、渦輪5aと渦輪5bは

隣接する部分において進行方向と逆向きにお互いに引きつけ合いながら屈曲し、その隣接する渦核間距離を縮めながら合体する。

【0037】次に、後に述べるシミュレーションを行った結果、上記の隣接する渦輪の渦核間の距離が両渦輪の直径より大きくなる、すなわち  $(L - 0.5(D_a + D_b)) > D_a$  且つ  $(L - 0.5(D_a + D_b)) > D_b$  となるようにした場合には、隣接する渦輪間の進行方向と逆向きの誘導速度が弱まり、干渉が起こりにくいことがわかった。さらに、上記距離が十分に大きい場合には、2個の並列する渦輪5a、5bはお互いに干渉することなくそれぞれの吹出穴4a、4bの中心軸上を並進することがわかった。しかしながら渦輪の列はできるだけ密な渦輪列として群を形作らせることが模様、絵、文字などの情報を表示するスクリーンや立体テレビジョンの画素として形成させるためには重要である。

【0038】さらに、渦輪発生装置本体1に、渦輪5の吹出孔4を並列に多数設け、同一の噴出タイミングでパルス的に連続して渦輪5を吹き出す場合を考える。これまでの議論より、図1に示したような空間6中に一定間隔、一定スピードで多数の並進する渦輪5を出現させる条件は、吹出方向に関して吹出孔からの噴出速度U、循環 $\Gamma$ 、吹出孔直径D、噴出周波数fを制御することにより、同一直線上を碁盤目状や円形などのパターンで等間隔に並んで直進する渦輪列を構成し、且つ渦輪5の吹出方向とは垂直な方向に関して、隣接する吹出孔4の中心軸間距離すなわちピッチLを表示対象を配慮して可能な範囲で大きくすることによって、左右方向の渦輪間の干渉を防止することである。

【0039】ここで、複数の吹出孔4から同一タイミングで次々と碁盤目状に噴出された渦輪列群の運動を数値解析の手法を用いてシミュレートした結果についてふれる。用いた数値解析手法は、離散渦法である。この計算手法を図5を用いて説明すると、渦糸を有限可変の渦核直径と長さを有するスティックで近似し(ST1)、該スティックを計算空間中に多数配置し(ST2)、渦スティック間の誘導速度をビオサバルの法則に基づいて導出して(ST3)個々のスティックの空間移動量を算出し(ST4)、さらにケルビンの循環定理と質量保存則よりスティックの変形量を導出して(ST5)、渦スティックを時間的に追跡することによって渦の運動をシミュレートする(ST6)ものである。手法に関しては、文献(Winckelmans, G. and Leonard, A., Improved Vortex Methods for Three-dimensional Flows, Proc. Workshop on Mathematical Aspects of Vortex Dynamics, Leeburg Virginia April 25-27, 1988, pp.25-35.) 或いは文献(Leonard, A., Computing Three-dimensional Incompressible Flows with Vortex Elements, Ann. Rev. Fluid Mech, Vol.17, 1985, pp523-559.)の記述を参考にしてある。

10

20

30

40

50

【0040】図6(a)は、循環 $\Gamma = 0.03 \text{ m}^2/\text{s}$ 、吹出孔直径 $D = 4 \text{ cm}$ 、噴出周波数 $f = 2.0 \text{ Hz}$ 、吹出孔のピッチ $L = 10 \text{ cm}$ の条件下で5列の並列する吹出孔から次々と吹き出された渦輪列の運動の様子を渦離散渦法によりシミュレートした結果である。図中、○印が渦点を表し、図は第1列目の渦輪5aが放出され、続いて渦輪5b、渦輪5c、…渦輪5eが放出された瞬間を捕らえたものである。図より、第1列目の渦輪5a同士が相互干渉を起こして崩壊し、第3列目の渦輪5cと第4列目の渦輪5dの前後間の干渉により、第4列目の渦輪5dの直径が小さくなると同時に加速して第3列目の渦輪5cを追い抜こうとしていることが分かる。従って、このような構成ならびに制御条件では、空間6中に等間隔且つ規則的に並進する渦輪群によるディスプレイを形成することは不可能である。つまり、同一のタイミングで複数の吹出孔4から渦輪を噴出し、さらにある一定の時間間隔において次の渦輪5列を放出しなければ、追い越しや合体の現象が発生して格子状に並んで並進する渦輪5列を形成することは困難である。

【0041】一方、上記条件のうち、噴出周波数及び吹出孔のピッチLをそれぞれ、 $f = 1.3 \text{ Hz}$ 、 $L = 16 \text{ cm}$ とすると、図6(b)で示したように、時間が経過しても渦輪間での干渉は発生せず、空間6中に等間隔且つ規則的に密に並進する渦輪群によるディスプレイを形成することが可能である。なお、これらの渦輪5は約3mm程度まで消散することなく碁盤目状の配列を維持する。

【0042】また、これまでは図1に基づいて2次元のシート状に形成された渦輪群について述べてきたが、図7に示すように、図1の渦輪発生装置本体1において吹出孔4を奥行き方向にも等間隔で配列するよう構成し、渦輪発生装置1の圧力室7を同一タイミングでパルス的に加圧することにより、渦輪5を全ての吹出孔4から連続して間欠的に吹き出させ、3次元の渦輪群の構成をシミュレーションし、やはり上記と同様な結果が得られている。すなわち流体を吹き出す構成にも係わらず正確な形状と寸法を保った3次元のスクリーンを構成でき、各画素となる渦輪の進行はきちんと時間通りに進められるので、精密な立体形状を表示できるようになる。このように構成することにより、任意の空間中に任意のパターンで密に並進する渦輪群を生じさせ、そのスクリーンにより情報伝達が可能となる。さらに3次元のスクリーンや画素である個々の渦輪に、染料、粉体、蒸気、ミスト、反射片等の識別要素を混入する、或いはライティングする等の何らかの照明や、レーザー光を識別要素を含んだ渦輪に外的に照射することにより、渦輪群に絵や文字等の情報を保持させる。このように構成することにより、空間6中に3次元の流体ディスプレイを形成し、情報伝達を行うことができる。図7は3次元の渦輪列群を噴出するように構成された、流体を用いた表示装置の一例を示すものであり、1列の渦輪群を形成した表示装置

と同様の効果を奏することは言うまでもない。

【0043】実施の形態2. 図8(a)は、渦輪発生装置本体1の具体的一例を示し、図において、14は渦輪発生装置1に設けられたジャバラ、15はジャバラ14に連結された駆動装置、16は駆動装置15とジャバラ14を接続する連結部、17は渦輪発生装置1と流体供給装置3を結ぶ流体供給路2上に設けられた吸気弁、18は整流器、19はジャバラ14を介して渦輪発生装置1本体に接続され、圧力室7を形成する可動部である。なお、吹出孔4は図8(b)に示すような構成でもよい。

【0044】次に動作について説明する。駆動装置15に通電することにより、駆動装置15は連結部16をその軸方向に所定の周期で上下させる運動を引き起こし、さらに前記上下動は、連結された可動部19に伝えられる。渦輪発生装置1に設けられた圧力室7を形成する可動部19はジャバラ14を介して圧力室7上部に連結されているため、可動部の上下動に従って圧力室7の容積が増減する。ここで駆動装置15は制御可能な上下動を発生させる機構を有し、さらに上下動のピッチ、上下動周波数(速度)を制御可能なものであれば何れのものでもよく、例えばボールベアリングとサーボモータを組み合わせたもの、モータの回転運動を上下動に変換させるカムを組み合わせたもの等が考えられる。

【0045】駆動装置15によって可動部19が上方向に変位すると、圧力室7の容積が減少し、圧力室7中の流体は、その陽圧に押されて、圧力室7内に設けられた整流器18を通過して乱れ成分を失って整流され、さらに渦輪発生装置本体1に設けられた複数の吹出孔4から吹き出され(排気過程)、吹き出された後、任意の空間6中で複数の並進する渦輪5を形成する。続いて駆動装置15によって可動部19が下方向に変位すると、圧力室7の容積が増加し、その負圧により、圧力室7に連結された流体供給路2と吸気弁17を介して流体供給装置3から流体が供給される(吸気過程)。流体供給装置3は、着色のための染料、粉体、蒸気、ミスト、反射片等を含めた流体を有するよう構成されているため、吸気弁17と流体供給路2を介して流体供給装置3より圧力室7に供給され、次の排気過程で吹出孔4より吹き出される渦輪5には識別要素が付加される。ここで、吸気弁17は圧力室7からの逆流を防ぐ効果があるものならばよく、例えば逆止弁や駆動装置15と同期するようコントロールされた電磁弁等がある。以降は、このサイクルを反復することにより、同一のタイミングで複数の並進する渦輪5を任意の空間6に形成することが可能となる。

【0046】図8に示した渦輪発生装置本体1の一例は、単一の圧力室により構成されていたが、複数の圧力室7より構成されていてもよい。図9は、前記渦輪を利用した情報伝達を実施する、複数の圧力室7より構成さ

れた渦輪発生装置1の別の例を示す。図において、21は圧力室7と整流部18の間に設けられた排気弁、22は渦輪5の発生タイミング、速度等を制御するためのコントローラ、23はコントローラ22と駆動装置15を結ぶよう設けられ、コントローラ22からの制御信号を駆動装置15に伝達するための駆動装置信号線、24はコントローラ22と吸気弁17を結ぶよう設けられ、コントローラ22からの制御信号を吸気弁17に伝達するための吸気弁信号線、25はコントローラ22と排気弁21を結ぶよう設けられ、コントローラ22からの制御信号を排気弁21に伝達するための排気弁信号線である。

【0047】次に動作について説明する。図8に示された単一の圧力室と複数の吹出孔4より構成される渦輪発生装置と同様に、個々の発生装置は、駆動装置15が発生する上下運動を連結部16を介して可動部19に伝達し、前記可動部19の上下動により圧力室7内部の容積が増減して流体の吸気行程と排気行程を作り出す。ここで、渦輪発生装置本体1は複数の駆動装置15の組み合わせにより構成されているため、全ての吹出孔4から同一タイミングで渦輪5を吹き出させ、且つ吸気行程と排気行程を同期させるために図中に示した各信号線とその信号線を介して各制御部に伝達される制御信号と、制御信号を出力し、制御部を最適制御するための制御命令が必要となる。図において、駆動装置15から駆動装置信号線23を介してコントローラ22へ、回転数や軸トルク等の動作状況を検知するための情報が出力される。コントローラ22は、伝達された該出力に基づき所定の駆動状況を実現するための制御信号を駆動装置15に返還し、該制御信号により駆動装置の運動は修正・制御されて所定の運動を常に維持する。ここで、コントローラ22より駆動部15の運動を制御するための制御信号を直接伝達し、オープンループ的に制御してもよい。さらに、吸気及び排気行程において流体の逆流を防止するために設けられた吸気弁24或いは排気弁21が、電磁弁等のように開閉信号を要する場合には、コントローラ22は、駆動装置の出力信号から計算される開閉信号をそれぞれ吸気弁信号線24或いは排気弁信号線25を介して制御される弁に伝達し、弁の開閉を適切に制御する。但し、吸気弁24或いは排気弁21が、逆止弁により構成されている場合には、駆動部19の上下動に伴う圧力室7内の圧力変化によって自然吸排気が可能であり、コントローラ22による各々の弁の制御は必要ではない。

【0048】さらに、1つの圧力室7に渦輪発生装置1に設けられた全ての吹出孔4よりは少ない複数の吹出孔を設けることにより、渦輪発生装置本体1を複数の圧力室7により構成した場合においても、同様の効果を奏することは言うまでもない。このように、圧力室とこの圧力室に設ける吹出孔の個数を適宜選択することにより、任意の形状、寸法の渦輪列を形成できる自由度の高い渦

輪発生装置が得られる。なお流体供給装置3は識別要素を添加する手段と兼ねているが、流体供給装置3に流体を供給するため外気を取り入れる開口を設けた場合、流体供給装置3内の識別要素を含有する流体が開口から漏れないように、吸気側にだけ開口するような逆止弁で吸気口を構成するとよい。

【0049】以上のように構成された実施の形態2による渦輪発生装置では、ジャバラ14によって一度に大容量の流体を吹き出すことができるので、多数の渦輪を同時に生成するのに安価で取り扱いやすい装置となるのと同時に静かな動作が可能となる。

【0050】実施の形態3、図8、図9で示した実施の形態2では圧力室7の一部をジャバラ構造とすることで、体積を増減させて渦輪5を発生させる構造を示した。これに代えて、本実施の形態では、圧力室7の体積をピストンの上下動によって変化させる構成としたものである。図10において、20は圧力室7内に設けられたピストンである。

【0051】次に動作について説明する。駆動装置15に通電することにより、駆動装置15は連結部16をその軸方向に所定の周期で上下させる運動を引き起こし、さらに前記上下動は、連結されたピストン20に伝えられる。渦輪発生装置1に設けられた圧力室7を形成するピストン20の上下動に従って圧力室7の容積が増減する。ここで駆動装置15は制御可能な上下動を発生させる機構を有し、さらに上下動のピッチ、上下動周波数（速度）を制御可能なものであれば何れのものでもよく、例えばボールベアリングとサーボモータを組み合わせたもの、モータの回転運動を上下動に変換させるカムを組み合わせたもの等が考えられる。駆動装置15によってピストン20が上方向に変位すると、圧力室7の容積が減少し、圧力室7中の流体は、その陽圧に押されて、圧力室7内に設けられた整流器18を通過して乱れ成分を失って整流され、さらに渦輪発生装置1に設けられた複数の吹出孔4から吹き出され（排気過程）、吹き出された後、任意の空間6中で複数の並進する渦輪5を形成する。続いて駆動装置15によってピストン20が下方向に変位すると、圧力室7の容積が増加し、その負圧により、圧力室7に連結された流体供給路2と吸気弁17を介して流体供給装置3から流体が供給される（吸気過程）。

【0052】流体供給装置3は、着色のための染料、粉体、蒸気、ミスト、反射片等識別要素を内部に含んだり、或いは供給されるようになっていいる。この識別要素であるものや流体は吸気弁17と流体供給路2を介して流体供給装置3より圧力室7に供給され、次の排気過程で吹出孔4より吹き出される渦輪5には識別要素が付加される。ここで、吸気弁17は圧力室7からの逆流を防ぐ効果があるものならばよく、例えば逆止弁や駆動装置15と同期するようコントロールされた電磁弁等があ

る。後は、このサイクルを反復することにより、同一のタイミングで複数の並進する渦輪5を任意の空間6に形成することが可能となる。

【0053】図10に示した渦輪発生装置本体1の一例は、単一の圧力室により構成されていたが、複数の圧力室7より構成されていてもよい。図11は、複数の圧力室7より構成された渦輪発生装置1の別の例を示したものである。

【0054】次に動作について説明する。図11の装置は図10に示された単一の圧力室と複数の吹出孔4より構成される渦輪発生装置と同様に、個々の発生装置は、駆動装置15が発生する上下運動を連結部16を介してピストン20に伝達し、前記可動部19の上下動により圧力室7内部の容積が増減して流体の吸気行程と排気行程を作り出す。ここで、渦輪発生装置1は複数の駆動装置15の組み合わせにより構成されているため、全ての吹出孔4から同一タイミングで渦輪5を吹き出させ、且つ吸気行程と排気行程をも同期させるために図中に示した各信号線とその信号線を介して各制御部に伝達される制御信号と、制御信号を出力し、制御部を最適制御するための制御命令が必要となる。図において、駆動装置15から駆動装置信号線23を介してコントローラ22へ、回転数や軸トルク等の動作状況を検知するための情報が出力される。コントローラ22は、伝達された該出力に基づき所定の駆動状況を実現するための制御信号を駆動装置15に返還し、該制御信号により駆動装置の運動は修正・制御されて所定の運動を常に維持する。ここで、コントローラ22より駆動部15の運動を制御するための制御信号を直接伝達し、オープンループ的に制御してもよい。さらに、吸気及び排気行程において流体の逆流を防止するために設けられた吸気弁24或いは排気弁21が、電磁弁等のように開閉信号を要する場合には、コントローラ22は、駆動装置の出力信号から計算される開閉信号をそれぞれ吸気弁信号線24或いは排気弁信号線25を介して制御される弁に伝達し、弁の開閉を適切に制御する。但し、吸気弁24或いは排気弁21が、逆止弁により構成されている場合には、ピストン20の上下動に伴う圧力室7内の圧力変化によって自然給排気が可能であり、コントローラ22による各々の弁の制御は必要ではない。さらに、1つの圧力室7に渦輪発生装置1に設けられた全ての吹出孔4よりは少ない複数の吹出孔を設けることにより、渦輪発生装置1を複数の圧力室7により構成した場合においても、同様な効果を奏することは言うまでもない。

【0055】以上のように構成された実施の形態3による渦輪発生装置では、ピストンを利用して渦輪を発生させることができるため、高圧が可能となり巨大渦輪の発生を可能とすると同時に渦輪の発生周波数を高めることができる。

【0056】実施の形態4、実施の形態2では圧力室7



の一部をジャバラ構造とし、実施の形態3では圧力室7の一部をピストン構造として、圧力室7の体積を増減させて渦輪5を発生させる構造を示した。これに代えて、本実施の形態では、圧力室7の体積を変化させる手段として、吹出孔4と対向する圧力室7の壁面にスピーカを設置した構成とした。図12において、26は音波を形成するためのスピーカ、27はスピーカ26を駆動させる信号を伝達するためのスピーカ信号線、28はコントローラ22から送られてくる制御信号を増幅するためのアンプである。

【0057】次に動作について説明する。コントローラ22から発信される所定の周期と所定の電圧値を持った信号が、スピーカ信号線27を介してアンプ28に伝達される。伝達された該信号は、アンプ28の増幅作用によって増幅され、さらにスピーカ信号線27を介してスピーカ26に伝達される。スピーカ26は、該増幅信号に従って振動体を振動させ、圧力室7内部に衝撃音波を発生させる。スピーカ26が圧力室7の容積を減少させる方向に振動した場合には、該衝撃音波に押されて、圧力室7中の流体は、圧力室7内に設けられた整流器18を通過して乱れ成分を失って整流され、さらに渦輪発生装置1に設けられた複数の吹出孔4から吹き出され（排気過程）、吹き出された後、任意の空間6中で複数の並進する渦輪5を形成する。続いてスピーカ26の振動紙が圧力室7の体積を増大させる方向に位置すると、その負圧により、圧力室7に連結された流体供給路2と吸気弁17を介して流体供給装置3から流体が供給される（吸気過程）。

【0058】流体供給装置3は、着色のための染料、粉体、蒸気、ミスト、反射片等識別要素を有するよう構成されているため、吸気弁17と流体供給路供給2を介して流体供給装置3より圧力室7に供給され、次の排気過程で吹出孔4より吹き出される渦輪5には識別要素が付加される。ここで、吸気弁17は圧力室7からの逆流を防ぐ効果があるものならばよく、例えば逆止弁やスピーカ26と同期するようコントロールされた電磁弁等がある。後は、このサイクルを反復することにより、同一のタイミングで複数の密に並進する渦輪5を任意の空間6に形成することが可能となる。

【0059】図12に示した渦輪発生装置1の一例は、単一の圧力室により構成されていたが、複数の圧力室7より構成されていてもよい。図13は、渦輪を利用した情報伝達を実施する、複数の圧力室7より構成された渦輪発生装置本体1の別の例を示したものである。

【0060】次に動作について説明する。図12に示された単一の圧力室と複数の吹出孔4より構成される渦輪発生装置と同様に、アンプから伝送されてくる信号により、各スピーカ26の振動体を振動させて衝撃音波を形成し、圧力室7内部の流体を給排気する。ここで、渦輪発生装置1は複数のスピーカ26の組み合わせにより構

成されているため、全ての吹出孔4から同一タイミングで渦輪5を吹き出させ、且つ吸気行程と排気行程をも同期させるために図中に示した各信号線とその信号線を介して各制御部に伝達される制御信号と、制御信号を出力し、制御部を最適制御するための制御命令が必要となる。図において、コントローラ22から送られる所定の周期と所定の最高電圧値を持った信号が、スピーカ信号線27を介してアンプに伝達される。伝達された該信号は、アンプ28の増幅作用によって増幅され、さらにスピーカ信号線27を介して各スピーカ26に同時に伝達される。スピーカ26は、同期の取れた該増幅信号に従って振動体を同一タイミングで振動させ、圧力室7内部に衝撃音波を発生させるため、全ての吹出孔4からは同一タイミングで渦輪5が放出される。さらに、スピーカ26の振動に伴う吸気及び排気行程において、流体の逆流を防止するために設けられた吸気弁24或いは排気弁21が、電磁弁等のように開閉信号を要する場合には、コントローラ22は、スピーカ26の駆動信号から計算される開閉信号をそれぞれ吸気弁信号線24或いは排気弁信号線25を介して制御される弁に伝達し、弁の開閉を適切に制御する。但し、吸気弁24或いは排気弁21が、逆止弁により構成されている場合には、スピーカの振動に伴う圧力室7内の圧力変化によって自然給排気が可能であり、コントローラ22による各々の弁の制御は必要ではない。さらに、1つの圧力室7に渦輪発生装置1に設けられた全ての吹出孔4よりは少ない複数の吹出孔を設けることにより、渦輪発生装置1を複数の圧力室7により構成した場合においても、同様な効果を奏することは言うまでもない。

【0061】以上のように構成された実施の形態4による渦輪発生装置では、スピーカの振動を使用できるため小型で効率的な装置を構成できる。

【0062】実施の形態5. 実施の形態2～4では圧力室7を構成する壁面の一部を移動或いは変形させることによって体積を増減させて渦輪5を発生させる構造を示した。これに代えて、本実施の形態では、渦輪発生装置1の給排気行程を実現するための手段として、コンプレッサを用いた。図14において、29は流体を圧力室7内部に圧縮供給するためのコンプレッサ、30は流体供給装置3からコンプレッサ29に供給される流体を制御するための弁である。

【0063】次に動作について説明する。コンプレッサ29に通電することにより、該コンプレッサ29は流体供給装置3から弁30が設置された流体供給路2を介して流体を吸引する。ここで、流体供給装置3の効果により、吸引された該流体は着色のための染料、粉体、蒸気、ミスト、反射片等を含有しつつ、コンプレッサ29により圧縮されるが、圧力室7とコンプレッサ29の間に設けられた吸気弁17が閉の状態であるため、圧力室7内には侵入できない。ここで、コントローラ22から

10

20

30

40

50

吸気弁 17 に開命令が伝送されると、コンプレッサ 29 により圧縮された流体が、流体供給路 2 を介して勢い良く圧力室 7 に侵入する。該侵入流体は、圧力室 7 内部に設けられた整流器 18 を通過して偏流及び乱れ成分を失って整流され、さらに渦輪発生装置 1 に設けられた複数の吹出孔 4 から吹き出され（排気過程）、続いて、コントローラ 22 から吸気弁 17 に開命令が伝送されると、コンプレッサ 29 により圧縮された流体は吸気弁 17 により流路を閉塞されるため、圧力室 7 内部への圧縮空気の侵入は停止し、同時に吹出孔からの流体の噴出も停止する。このようにして吹き出された流体塊は、任意の空間 6 中で複数の並進する渦輪 5 を形成する。ここで、渦輪 5 の吹き出周波数を制御するために、コントローラ 22 より出力される吸気弁 17 の開閉信号は、渦輪 5 の発生周波数と同じ回数だけ出力される。また、渦輪 5 の吹出速度を制御するために、コンプレッサ 22 の圧縮圧力が所定の値に制御される。

【0064】図 14 に示した渦輪発生装置 1 の一例は、単一の圧力室により構成されていたが、複数の圧力室 7 より構成されていてもよい。図 15 は、渦輪を利用した情報伝達を実施する、複数の圧力室 7 より構成された渦輪発生装置 1 の別の例を示したものである。

【0065】次に動作について説明する。渦輪発生装置 1 は複数の圧力室 7 の組み合わせにより構成されているため、全ての吹出孔 4 から同一タイミングで渦輪 5 を吹き出させ、且つ吸気行程と排気行程をも同期させるために図中に示した各信号線とその信号線を介して各制御部に伝達される制御命令が必要となる。図 15 に示された単一の圧力室 7 と複数の吹出孔 4 より構成される渦輪発生装置と同様に、流体供給装置 3 より供給される流体を各々のコンプレッサ 29 によって圧縮し、個々のコンプレッサ 29 に接続された吸気弁 17 の開閉をコントローラ 22 により制御し、各々の圧力室 7 内部に全ての発生器で共通のタイミングで一定量の流体を一定間隔で供給することにより、全ての吹出孔 4 から同一タイミングで渦輪 5 を吹き出させる。

【0066】さらに、1つの圧力室 7 に渦輪発生装置 1 に設けられた全ての吹出孔 4 より少ない複数の吹出孔を設けることにより、渦輪発生装置 1 を複数の圧力室 7 により構成した場合においても、同様な効果を奏することはいふまでもない。

【0067】以上のように構成された実施の形態 5 による渦輪発生装置では、流体を圧縮するコンプレッサを使用できるため比較的高い圧縮力で高速の渦輪列を吹き出すことができる。また全体の構成が簡単になり実用的な装置が得られる。

【0068】実施の形態 6. 実施の形態 5 では、圧力室 7 に流体を供給するための手段としてコンプレッサを用いたが、代わりにブロウを用いてもよい。図 16 において、31 は流体供給路、32 は圧力室 7 の一壁面に設け

られたディフューザ、33 は流体供給路を切断するように設けられた回転円盤、34 は回転円盤 33 上に設けられたスリット、35 は回転円盤 33 を駆動させるためのモータ、36 はモータの制御信号を伝達するためにコントローラ 22 とモータ 35 間に設けられたモータ信号線、37 は流体供給路 31 の一端に接続されたブロウ、38 はブロウとコントローラ 22 を接続するブロウ信号線である。なお、図では明確のため回転円盤 33 のみを斜視図で示している。

10 【0069】次に動作について説明する。ブロウ信号線 38 を介してブロウ 37 に伝達されるコントローラ 22 の制御信号により、ブロウ 37 は所定の回転数で駆動され、弁 17 を介して流体供給装置 3 から供給される染料、粉体、蒸気、ミスト、反射片等を含有する流体を流体供給路 31 の末端から送風する。ブロウ 37 と圧力室 7 を接続する流体供給路 31 には、途中に所定の個数のスリット 34 を有した回転円盤 33 が設置されている。該回転円盤 33 は、コントローラ 22 からモータ信号線 36 を介して伝達される制御信号によって所定の回転数に制御される。回転円盤 33 が回転することにより、ブロウ 37 から送風される該流体は、スリット 34 と流体供給路 31 の開口断面が一致している時間のみ、圧力室 7 に供給される。スリットにより分断されて圧力室 7 に向かって送風された流体は、圧力室 7 の一端に設けられたディフューザ 32 によって圧力室 7 にムラなく広げられ、さらに圧力室 7 内に設けられた整流器 18 を通過して乱れ成分を失って整流され、その後、渦輪発生装置 1 に設けられた複数の吹出孔 4 から吹き出され（排気過程）、任意の空間 6 中で複数の並進する渦輪 5 を形成する。ここでモータ 35 とスリット 34 を有した回転円盤 33 で構成されるシャッター機構は、コントローラ 22 より伝達される制御信号に基づいてブロウ 37 から送風される流体を分断する機能を有するものであればよく、例えば電磁弁等でも代用できる。

【0070】図 16 に示した渦輪発生装置 1 の一例は、単一の圧力室により構成されていたが、複数の圧力室 7 より構成されていてもよい。図 17 は、複数の圧力室 7 より構成された渦輪発生装置本体 1 の別の例を示したものである。

40 【0071】この場合、渦輪発生装置 1 は複数の圧力室 7 の組み合わせにより構成されているため、全ての吹出孔 4 から同一タイミングで渦輪 5 を吹き出させ、且つ吸気行程と排気行程をも同期させるために図中に示した各信号線とその信号線を介して各制御部に伝達される制御命令が必要となる。図 16 に示された単一の圧力室 7 と複数の吹出孔 4 より構成される渦輪発生装置と同様に、流体供給装置 3 より供給される流体を各々のブロウ 37 によって圧縮送風し、個々のブロウ 37 に流体供給路 2 を介して接続された、モータ 35 により駆動するスリット 34 付き回転円盤 33 の回転数或いは電磁弁等の開閉

をコントローラ22により制御し、各々の圧力室7内部に全ての発生器で共通のタイミングで一定量の流体を一定間隔で供給することにより、全ての吹出孔4から同一タイミングで渦輪5を吹き出させる。

【0072】さらに、1つの圧力室7に渦輪発生装置1に設けられた全ての吹出孔4よりは少ない複数の吹出孔を設けることにより、渦輪発生装置1を複数の圧力室7により構成した場合においても、同様な効果を奏することは言うまでもない。

【0073】以上のように構成された実施の形態6による渦輪発生装置では、ブロワ37による圧縮空気を送るので小さな圧力で確実な流体供給ができ、取り扱いも簡便である。

【0074】実施の形態7. 流体を渦輪5として任意の空間6中に密に規則的に並進させることにより、情報を表示するためのスクリーンや立体テレビなどの一種のディスプレイを構成するに当たり、吹出孔4より吹き出されて渦輪5を形成する流体は、所定の渦輪5と空間6を占める空気などの流体とを明らかに区別することが可能でなければならない。例えば、流体供給装置3に、渦輪発生装置本体1に供給する流体に染料、粉体、蒸気、ミスト、反射片等の識別要素を付加する機能を有するように構成すれば、ディスプレイを形成する渦輪群は周囲の空間6とは明らかに視覚的に区別しうることは言うまでもない。そこで、加えて、伝えたい絵や文字等を構成する位置に噴出された渦輪5のみを、周囲の空間6を占める流体とは勿論のこと、その他の絵や文字等を構成する位置にない渦輪5と視覚的性質が異なるものとするにより、空間6中に任意の情報を浮かび上がらせることが可能となる。

【0075】以下に、特定の位置に吹き出される渦輪と他の渦輪との識別を行う識別要素を前記渦輪に添加する構成について図18を用いて説明する。図18において、流体供給装置3は、渦輪発生装置本体1に供給する流体に染料、粉体、蒸気、ミスト、反射片等の識別要素を付加する機能を有するように構成されている。例えば、所定の情報を表示するために渦輪5a及び5cのみに識別要素を付加し、吹出孔4より吹き出させることを考える。まずコントローラ22の制御信号によって吸気弁17a及び吸気弁17cは、流体供給路2を流体供給装置3側に開通させる。従って、圧力室7a及び7cには流体供給路2より識別要素を含有した流体が搬送される。一方、その他の渦輪5b及び5dを吹き出させる圧力室7b及び7dに接続された吸気弁17b及び17dは、空間6を占める流体が流れ込むような状態にコントローラ22により制御されるため、該圧力室7b及び7dには周囲流体と同一の、識別要素を含有しない流体が供給される。なお、図では明確のため識別要素を含む渦輪5a、5c及び圧力室7a、7cにハッチングを施して示している。

【0076】以上のように構成することにより、任意の渦輪5に任意のタイミングで識別要素を含有させることができるので、一般に存在しないような特殊なパターンの表現が可能となるし、また任意の空間に立体像が描けることになる。

【0077】図18に示した構成では、渦輪5に含有される識別要素は1種類に限定されるが、図19では、流体供給装置3を複数の着色装置で構成することにより、同時に複数の識別要素を所定の渦輪5に含有させることが可能である。図において、39a～39cはそれぞれ色の3原色である赤R、緑G、青Bを含有させるための着色装置、40a～40cはそれぞれ吸気弁17a～17cとコントローラ22を接続する着色信号線である。

【0078】次に動作について説明する。コントローラ22に予め記憶された渦輪の着色パターンに従って所定の圧力室7に接続された吸気弁17a～17cの開閉が制御される。例えば、ある渦輪を赤Rに着色したい場合には、赤色の付加装置である着色装置39aと所定の圧力室7を結ぶ流体供給路2上に設置された吸気弁17aが開き、所定の圧力室7に赤色に着色された流体が供給される。なお、ここでは、識別要素として3原色を例に挙げたが、勿論複数の視覚的に区別し得る識別要素ならいかなるものでもよく、例えばさらに複数の色数に対応した着色装置39によって流体供給装置3を構成してもよいし、微小な反射片等の含有率が異なる流体を発生するよう構成されたものでもよい。さらに、該RGB着色装置39a～39cにより構成された流体供給装置3において、それぞれの吸気弁17a～17cの開閉時間を調節することによって、R、G、Bの混合率を変え、圧力室7に供給する流体の色を任意に制御することが可能である。

【0079】なお流体供給装置については識別要素を供給する機能の説明をしてきたが、もちろんこの供給装置は、識別要素を含有する流体を予め封入した持ち運び可能なボンベによって構成されていてもよい。なお、高圧ポンベを使用する場合は、減圧装置を渦輪発生装置本体1との間に設ける。また高圧ボンベから直接渦輪発生装置の圧力を得る場合には開閉弁により圧力印加の条件を制御できる。

【0080】以上のように構成された実施の形態7による渦輪発生装置では、任意の渦輪5に任意のタイミングで様々なカラーの識別要素を含有させることができ、カラーにて画像が簡単な構成で描ける。

【0081】実施の形態8. 任意の空間6に識別要素を混入されて吹き出されて進行する渦輪群に光を照射することにより、渦輪5の存在を明瞭に認識することができる。図20は、渦輪を用いた表示装置に照明機能が付加されるよう構成されたものである。図20において、41は照明装置、42は照明装置41より照射される光である。渦輪発生装置1より空間6に連続的に吹き出さ

れ、並進する渦輪群は、任意の識別要素（例えばミスト、反射片、染料等）が付加されているため、照明装置41によりある程度指向性を持って照射された光42を乱反射し、周囲の空間6から渦輪5のみを浮き立たせる効果が生じる。ここで、照明装置41は空間には存在せず流体中に含有する不純物によって乱反射を起こすものならその種類によらない。但し、表示装置としての性格上、視聴者の視神経を極度に刺激するほど強力な光源を用いるべきではない。また、照明装置41より照射される光42は、シート状であってもよく、その場合、渦輪5はシート光41によってその断面を浮き上がらせるように認識される。本発明の効果をさらに助長するには、渦輪5が吹き出される空間6を暗い状態に維持することが望ましい。このように構成することにより、空間6中を移動する渦輪5の存在を明瞭に認識することができる。

【0082】このように構成することにより、空間6中を移動する渦輪5の様子を表示することができる。このような例の別の一例を図21及び図22の表示装置にて説明する。図21はアミューズメント施設のような箇所での映像スクリーン設備を示しており、別々に配置され渦輪直径が1メートル以上の渦輪を発生できる単一の吹出孔を有する渦輪発生装置本体1を床下部分に設けている。この渦輪5は空気を吸入して、かつドライアイス水を混ぜることにより発生した白煙を識別要素として使用し、単一の吹出孔から連続して吹き出される渦輪によって構成されたスクリーンへ上方位置に設けた映写機41から映像42を投射するものである。このような渦輪列を多数設け、一部の渦輪には映像を投射して、大規模な映像が幻想的に出現するモニュメントとして使用したり、他の渦輪には照明を照射することにより美しくライトアップされた渦輪が空間中を移動する様子を表示しながら薄暗い状態の室内における人が歩行する際の案内となる照明に使用したりすることができる。なお図面には記載していないが、渦輪5を発生する巨大な吹出孔の周りには人が入れないように防護策を設け安全を期することが重要である。さらにまた各渦輪列の上部の天井には渦輪列の上部を渦巻き状に吸い込む換気装置が備えられドライアイスで冷却された冷たい空気を吸い込んで2酸化炭素を回収すると共に、廃熱を他の用途、例えば室内に循環して冷房に使用するなど多目的に用いられる。なお白煙として蒸気を使用すれば回収時の廃熱を利用して暖房にも利用できる。

【0083】図22は室内や廊下などのインテリアの補助的な照明に使う器具でブラケット照明61とスタンド照明62を示す。これらの器具の中に表示装置全体が組み込まれており、この中に、渦輪発生装置本体、流体供給装置、識別要素添加手段、及び後で説明する識別要素を回収する装置43などをまとめている例を示す。ここで、識別要素として水蒸気を用いた場合には、加湿器と

照明を兼用することができ、照明により美しくライトアップされ、水蒸気を含有した渦輪が空間中を移動する様子を表示でき、さらに部屋の空気を加湿するように部屋内に消散するように構成される。また透明プラスチック板からなる矢印状の保持器具63を組み合わせることにより案内表示の役割を果たす。なお光源として渦輪列全体を照射する照明は装置の背後下部に設けられている。

【0084】また実施の形態7で述べた染料を渦輪に含ませる例と、渦輪の外部から室内照明を兼ねた光源や指向性のある照明を照射する例の組み合わせにより、明るい室内におけるパーティションの役割を果たす表示装置の例を、図23及び図24の表示装置に示す。図23における65は大型のパーティションの例であり、下部床下に渦輪発生装置本体1を収納している。67はガラス壁、68は回収装置の吸気部、41は吹出孔4と吹出孔4の間に配置された照明である。以上の構成により、照明41と渦輪5を連続的に吹き出して形成される渦輪列が並列に複数並び、これらの各装置の部品や並進している渦輪5群は透明なガラス壁67の中に閉じこめられている。光源からの照射位置は主として外から中が見渡しやすい位置の渦輪に照射することにより、渦輪に混入された各種の色のついた着色片の視線を遮る効果と、照明が渦輪に当たり反射する効果との相乗によってパーティションの役割を十分果たすと共に、色と光の組み合わせにより模様を表示できる。照明は指向性のあるものを使用しガラス壁の外側に漏れないようにすることにより分けられた部屋の内側や外側の人への影響が避けられる。また、照明41を上下に動かしたり、或いは柔らかなストロボ効果により龍の流れのような動作等を表示できる。ここで、ガラス壁67の間に水を封入し、吹出孔4から吹き出される流体を識別要素を含有した水にすることによっても同様の効果を奏する。さらに、ガラス壁67を取り去って自由空間中に渦輪5列を形成することにより、壁無しエア・パーティションを形成することができる。このようなエア・パーティションは通常ブロウにより形成される噴流を利用したエアカーテンを用いることが多いが、並進する渦輪列によっても温調された室内空気の室外への流出を防止したり、タバコの煙などの室外への拡散などを防止する各種遮断効果を発揮すると同時に、照明により美しく彩られた渦輪が空間中を移動する様子を表示でき、見た目にも美しいエア・パーティションを提供することができる。

【0085】また図23における66はエアリングの柱であり、パーティション65と同様な構成であって同様な効果が得られるが、違いは単一の渦輪列を発生させる吹出孔4と天井に配置され室内の照明を兼ねたライト照明41が異なる。この場合にも、照明により美しく彩られた渦輪が空間中を移動する様子を表示でき、見た目にも美しいエアリングの柱を提供することができる。

【0086】図24はアミューズメント施設などの壁の

モニュメントを形成する表示装置であって、67はガラス壁、69は天井70に取り付けられた光源である点滅周期や光の強度を制御して変化可能なストロボ装置、71は通路、72は噴水を所々に配置した流水設備を示す。連続したガラス壁67の中に下部に渦輪発生装置本体1と吹出穴が設けられ、下から上に向かって渦輪列が形成される。上部には回収装置43の吸気部がある。照明として天井70或いは吹出孔5近くにパルスの明滅を繰り返すストロボ光を照射するためのストロボ装置69が設けられ、任意の渦輪の位置の範囲、この範囲は大きくも小さくもあるいは位置を変えることもできる、を照らすように設置されている。このストロボ装置69から、渦輪5の吹き出し時間間隔と等しい周期で明滅を繰り返すストロボ光を発生させると、空間中を並進する渦輪群は視覚の残像現象によってあたかも空間中に停止したように見える。また、ある場合にはストロボの明滅間隔を長くしたり短くしたりすることにより、渦輪群が上方に任意の速度で移動したり、また逆に下方に移動したりするようにすることができる。さらに、これらのストロボ光の制御にマイコンを利用することにより、任意の渦輪群の運動を現出させることも可能である。以上の構成により、光と色彩と動きが加わった表示を得ることができる。

【0087】実施の形態9. 任意の空間6中に吹き出された渦輪5は、染料、粉体、蒸気、ミスト、反射片等の識別要素を含有しているため、そのまま空間6に放置することは好ましくない。そこで、図25に示すのは、本発明の実施の形態9による表示装置であり、渦輪発生装置本体1から吹き出された識別要素を含有する渦輪5を回収するよう構成された例である。図において、43は回収装置、44は回収装置を構成するフード、45はフードに接続されたブロワ、46はブロワに接続された回収ダクトである。

【0088】次に動作について説明する。渦輪発生装置1より噴出された渦輪群は、空間6中を進行し、渦輪5の吹出孔4を含む渦輪発生装置1の面と相対する位置に設置され、その設置位置において渦輪群の進行方向に対して垂直の面内の渦輪が展開する面積よりも大きな開口面積を有するよう設計されたフード44の吸い込み口に到達する。到達した渦輪5は、フード45に接続して設けられ、渦輪5の運動を妨げない程度に低速なブロワ45の吸い込みにより、吸い込み口よりフード44内に吸い込まれ、さらにブロワ45を介して、回収ダクト46に送られて回収される。ここで、回収方法に関してはここに記した方法に限定する必要はなく、任意の手法で識別要素を回収すればよい。また、回収された識別要素を含有する流体を再度渦輪発生装置1或いは識別要素添加装置に供給することにより、流体を循環させて汚染を最小限に留めることもできる。あるいは、流体の回収時に適当なフィルタを介することにより、有害な物質を室外

或いは室内に廃棄することは回避できる。

【0089】このように構成することにより、識別要素を含有した渦輪5を構成する流体による汚染を防止することができる。

【0090】図26は回収装置43から流体供給装置3への循環の一例を説明する図である。図において、80は識別要素である細片を回収するため駆動手段であるモータにより一方方向に回転させられる回収コンベア、81、82は外部への開口に設けられたフィルタ、83は渦輪から回収された回収ダクト46の流体の流れを示す矢印、84は流体供給装置3に設けられた空気供給室、85は圧力室へ供給される空気の入力口からの空気の流れを示す矢印である。図26において、回収ダクト46からの識別要素である細片を含む空気の流れは、ダクト46の出口に設けられた細片より細かいメッシュからなるコンベア80に当たり、空気はそのままコンベア80を抜ける等によりフィルタ81を通し外部に排気される。一方細片はコンベア80により運ばれて空気供給室84に持ち込まれこの室内でばらまかれるように流体供給路2へ空気85と一緒に吸い込まれる。なお、識別要素の補充は空気室でも圧力室でもよいが、流体供給路2の入り口は流体供給装置3の下部に設けると吸い込まれやすい。これにより渦輪を介して識別要素の循環が行われると共に、もしこの循環の過程から漏れる細片はフィルタ81により回収され外部に出ることはない。なお、図19で述べた異なる色彩の細片に対しては、各色彩毎の細片の重さや形状、または寸法を変えれば容易に分別回収できる。例えば図26の構成を若干変えるだけで、例えばコンベアで1カ所に先ず集め、この集めた細片を別のファンで吹き飛ばし、飛んだ位置により回収を分けたりすることで分別できる。

【0091】以上のように構成された実施の形態9による表示装置では、該表示装置をどこに配置しようと識別要素をまき散らさずに回収し、かつ循環して使うことができる。

【0092】実施の形態10. 実施の形態8では、照明装置41は渦輪列全体あるいはその一部に光を照射し、情報を伝達するための識別要素は個々の渦輪5に含有されるよう構成されていた。これに対して本実施の形態では、指向性の高い光源により、或いは光ファイバチューブにより個々の渦輪5に照射した照明により詳細な情報、例えば文字などが表示できると共に時間と共に変化する情報を伝えられるように構成されている。図27は、渦輪5に照射される照明光を制御して情報を表示する表示装置の一例を示す斜視図である。図において、47は渦輪5の吹出孔4と等間隔に水平方向に並べられ、かつ所定の等間隔を隔てて垂直方向に基盤目状に並べられた光ファイバより構成される照明装置、48は各ファイバの光のON/OFFを制御する制御装置、49はセンサを示す。

【0093】次に動作について説明する。例えば、ダイオードを利用したテロップ装置と同様に、ある所定の絵や文字などの情報が渦輪5の並進速度と同一の速度で垂直上方に移動する場合を考える。吹出孔4より吹き出された渦輪5にはミストや反射片等の照明光を乱反射させるための物質（識別要素）が混合されており、所定の並進速度で等間隔に垂直上方に直進する。照明装置47には、照明タイミング、照明時間等を制御するための制御装置48が付随しており、この制御装置48には渦輪5の通過する位置に取り付けられた流速センサや圧力センサ等のセンサ49からの出力が入力される。センサ49からの入力により、渦輪5の並進速度を算出し、その値と同一の速度で垂直上方に照明装置48の明滅が伝達されていくように各照明装置47を制御する。例えば、所定の文字列を順次ディスプレイ上に現出させるには、文字を構成する照明光が渦輪5列の並進速度で次々と伝播していくよう制御装置48より各照明装置47に制御命令を送信すればよい。その際、例えば図中の照明装置47aに制御装置48から送信された制御命令が点灯命令であれば、照明装置47aは渦輪5aが通過する間だけ点灯され、照明光を通過する渦輪5aはその間照明光の中で輝く。前記照明装置47aが消灯されると、それに続き、すぐ垂直上方の照明装置47aが所定の時間だけ点灯され、点灯位置は渦輪の並進速度と同一の速度で垂直上方に移動する。逆に制御装置48から消灯命令が送信された場合には、照明装置47bは渦輪5bが通過する間だけ消灯し、次の制御命令を待つ状態となる。消灯されている間は、そこを通過する渦輪5bはディスプレイ上で輝かない。

【0094】以上のように、渦輪5の列が通過する空間に照明装置47を基盤目状に配列して所定の点灯タイミング、点灯時間で順次点灯させて照射地点を通過していく渦輪5に光を照射したり、しなかったりすることにより、あたかも光る渦輪により構成された文字列あるいは絵等の情報が垂直上方にテロップのように次々と出現して移動していくよう構成することができる。以上は空間に配置したチューブからの光にて照射する例を示したが、レーザーのように指向性の高い光源を用いれば吹出孔に隣接させたり、或いは画像の情報から各渦輪に照射できる位置に設け、渦輪の間の空間を通して目標とする位置へ光を当てることもできる。例えば吹出孔4の周囲に各渦輪の位置に相当して準備した光源を複数設ければよい。さらにまた個々のファイバチューブの光源としてRGBの3つの色彩の光源を準備して光の種類を切り換えるようにしておけばカラー画像が表現できる。

【0095】図28、図29に上記のような表示装置の具体的な適用例として、ホテルロビー等における空中モジュールを表示する表示装置をそれぞれ示す。図において、90はロビー空間、91は床面、92は光源からの光を照射する照明装置である。ここで、照明装置92は

レーザー発生装置、通常の照明、ストロボ光発生装置等なら如何なるものでもよい。図28は床面91に設けた吹出孔4から渦輪を連続的に吹き出しており、この渦輪の中の特定の位置に渦輪が来たときに吹出孔4の周囲に設けた照明装置92から光を照射することにより、花のモニュメントを浮かび上がらせることができる。もし画像を固定しておきたい場合は特定の位置に渦輪がくるタイミングで光の照射を制御すればよい。タイミングの制御は先の説明のようにセンサで検出して光照射をON/OFFすればよいし、または渦輪は常に一定時間で吹き出させるので光照射はこの時間のタイミングでごく短時間の照射でよい。

【0096】図29は床面91に渦輪発生装置1を設置し、この上面に設けた吹出孔4から渦輪を吹き出すと共に照明装置92から光を照射して日付として10月12日、時刻として3時であることを表示（10/12 3:00）している。時刻や日付のパターンは光を制御する制御装置のマイコンに記憶させておくだけで自由に変更できる。図示していないが吹出孔4に対向する上方に、透明な樹脂により構成された回収装置が設けられている。このようなモニュメントを設けることにより、見通しが良く広々とした感覚を与える空中モニュメントが得られる。なお、図28及び図29は渦輪が下方から上方へ吹き出す構成を説明したが、天井から渦輪発生装置本体1をつり下げて下方へ吹き出したり、床面にたてておいて側方へ吹き出しても、渦輪の進行を妨げるものではなくいろいろなモニュメントの形成や立体画像の形成が可能である。以上の方法や構成により精度の良いカラー立体画像が得られる。

【0097】しかしながら、照明装置92を多数配列することは構成が複雑となり、かつ場合によっては電力消費も大きく実用的ではないかもしれない。そのような場合には、照明装置とミラーを組み合わせることにより照明装置数を低減することができる。図30は、水平方向に並んだ渦輪列に水平方向から照明を当てる実施の形態を説明する上面図である。図において、50は水平方向の渦輪列に光を照射するために渦輪列と同一平面内に固定させて設けられた照明装置、51は照明装置50から照射された照明光、52は照明光51を反射し、かつその反射方向を任意に変化させるよう反射面を可動とした可変ミラー、53は可変ミラー52を所定の位置に所定のタイミングで移動させるための駆動装置である。ここでも、照明装置50はレーザー発生装置、通常の照明、ストロボ光発生装置等なら如何なるものでもよい。

【0098】次に図30で示した装置の動作について説明する。図27の説明で述べたように、テロップ状に任意の情報を一定速度で垂直上方に伝播させるには、例えば、ある時刻において図の平面内の4つの渦輪5のうち、両端の2つの渦輪5aに光を照射し、残る2つの渦輪5bには光を照射しないことが必要となる。そのよう

な場合、まず制御装置（図示せず）から照明装置50に4つの渦輪5のうちいずれを点灯させるかの制御信号が送信される。一方、可変ミラー52は、渦輪5の照射領域通過時間よりも短く、かつ人間の視覚的な残像現象により光の走査が認識されない程度短い時間間隔（例えば1/30秒以下）で次々とステッピングモータ等の駆動装置53により、渦輪の存在すべき位置に対向するように位置制御されている。ここで、可変ミラー52の動作と、照明装置50に送られてきた制御信号は同期されているものとする。照明装置50から照射された光は、まず制御信号の点灯命令に従い、可変ミラー52が左端の渦輪に正対する位置に停止している短時間照射されるため、渦輪は光を受けて輝く。続いて可変ミラー52が右隣の渦輪に正対する位置に移動し、停止している間だけ照明装置50は消灯するため、この渦輪は輝かない。次に可変ミラー52は右隣の渦輪に正対する位置に移動し、制御命令に従って照明装置50は所定の時間だけ消灯するため、渦輪には光が照射されない。最後に右端の渦輪に正対する位置に可変ミラー52が移動し、そこに照明装置50からミラー52が停止している間だけ光が照射される。照射された光は照明領域を通過する右端の渦輪に当たるため、渦輪は輝くことになる。このような動作を高速で反復することにより、渦輪5が照明装置50の照明領域を通過する間、水平面内の渦輪列を1つの照明装置50のみで照明制御することができ、照明装置50の設置数を低減することができる。

【0099】また、図30では水平面内の渦輪列を1つの照明装置50と可変ミラー52で照明制御する方法を示したが、垂直面内の渦輪列を高速に走査するよう可変ミラーの位置と照明間隔及び照明タイミングを制御することにより、同様に照明装置の設置数を低減しつつ同様の効果を得ることができるのは言うまでもない。

【0100】さらに、照明装置50の設置位置は光を照射すべき渦輪列の水平面内或いは垂直面内に限定する必要はなく、光を確実にスポット的に照射できる位置であれば斜めでもどこでもよい。以上により、本実施の形態では簡単な方法や構成により安価にカラーの立体画像が得られる。

【0101】

【発明の効果】以上のように、第1の発明による渦輪発生装置は、流体に圧力を加える圧力手段と、前記圧力手段にて圧力が加えられた流体を渦輪としてあらかじめ設定された方向に吹き出すとともに、該渦輪を並進可能な間隔で吹き出す、複数配置して空間に開口する吹出孔と、を備え、前記圧力を繰り返し変化させて前記吹出孔から連続的に渦輪を発生させ複数の渦輪列を形成させるので、空間に多次元等の渦輪列を簡単に作り出すことができる。

【0102】また、第2の発明による渦輪発生装置は、第1の発明において、隣接する吹出孔の中心軸間の距離

を $L$ 、吹出孔の直径をそれぞれ $D_a$ 、 $D_b$ とすると、 $L - 0.5(D_a + D_b) > D_a$ 及び $L - 0.5(D_a + D_b) > D_b$ となるように吹出孔の配置間隔を設定したので、小さい渦輪から大きな渦輪まで、どのようなサイズの渦輪に対しても密な各種形態の渦輪列を造れる。

【0103】また、第3の発明の渦輪発生装置は、第1の発明において、渦輪同士が相互干渉しないように、複数の吹出孔から渦輪を吹き出すタイミングを同期させると共に、吹き出す時間間隔を一定に制御したので、渦輪同士が相互に干渉せずに正確な形態の渦輪列を造れる。

【0104】また、第4の発明による渦輪発生装置は、第1ないし3の何れかの発明において、圧力手段は圧力室の体積を変更する手段を備えたものであるので、吹き出される渦輪の並進速度を正確かつ簡単に調節することができる。

【0105】また、第5の発明による渦輪発生装置は、第1ないし3の何れかの発明において、圧力手段は圧力室に圧縮した流体を供給する手段を備えたものであるので、吹き出される渦輪の並進速度を簡単に調節することができる。

【0106】また、第6の発明による渦輪発生装置は、第1ないし5の何れかの発明において、圧力手段は単一、または、複数から構成されたので、圧力手段の個数を必要に応じて選択でき、自由度の高い装置を構成できる。

【0107】また、第7の発明による表示装置は、時間間隔において圧力が加えられた流体を得る圧力室と、前記圧力室に接続され、前記時間間隔において圧力が加えられた流体を渦輪として空間に連続的に吹き出す吹出孔と、前記渦輪とこの渦輪が吹き出された空間に存在する流体との識別を行う、または特定の位置に吹き出される渦輪と他の渦輪との識別を行う識別要素を前記渦輪に添加する識別要素添加手段と、を備え、前記渦輪により空間に表示を行うので、渦輪と周囲の流体との判別または特定の位置に吹き出される渦輪と他の渦輪との判別を容易にし、浮かび上がった渦輪列によって空間に任意の表示を行うことができる。

【0108】また、第8の発明による表示装置は、時間間隔において圧力が加えられた流体を得る圧力室と、前記圧力室に接続され、前記時間間隔において圧力が加えられた流体を渦輪として空間に連続的に吹き出す吹出孔と、前記渦輪に光を反射する識別要素を添加する識別要素添加手段と、吹き出された渦輪に照明を照射する単一または複数の光源と、を備え、前記識別要素を添加した渦輪とこの渦輪に照射する照明により空間に表示を行うので、周囲の流体からより明確に渦輪を浮かび上がらせて表示を容易にし、さらに光の演出によりフレキシビリティのある装置が得られる。

【0109】また、第9の発明による表示装置は、第7または8の発明において、識別要素を圧力室に、また

10

20

30

40

50

は、圧力室と吹出孔の接続部分に供給するので、識別要素の供給位置を選択でき、用途に合わせた装置が得られる。

【0110】また、第10の発明による表示装置は、第8の発明において、光源は任意の時間間隔で、任意の時間照射するので、任意の渦輪を任意の時間ライトアップすることができ、表示の精度と自由度を向上させることができる。

【0111】また、第11の発明による表示装置は、第7または8の発明において、並進する渦輪群の中の特定の渦輪の位置に照明を照射する光源と、前記渦輪がその特定の位置に存在する際照明を照射する光制御手段と、を備えたので、任意の渦輪を任意の時間ライトアップすることができ、表示の精度と自由度を向上させることができる。

【0112】また、第12の発明による表示装置は、第9ないし11の何れかの発明において、光源は個別に点灯および消灯を制御できる複数の光源であるので、表示の自由度を増すことができる。

【0113】また、第13の発明による表示装置は、第7または8の発明において、吹出孔と対向して配置され、吹出孔から吹き出された渦輪または該渦輪に添加された識別要素を回収する手段を備えたので、渦輪または識別要素による汚染を防止することができる。

【0114】さらにまた、第14の発明による表示方法は、複数の渦輪列によりスクリーンを形成するステップと、前記渦輪列の複数の所定の位置に光を照射可能に照明装置を配置するステップと、前記渦輪列の所定の位置に渦輪が存在する際に前記光を照射して画像を形成させるステップと、を備えたので、光る渦輪により構成された文字や絵等の画像が次々に出現するようにすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1による渦輪発生装置の基本構成を示す図である。

【図2】 本発明の実施の形態1に係わり渦輪列の発生メカニズムを説明する図である。

【図3】 本発明の実施の形態1に係わり同一直線上を隣接して直進する2つの渦輪の様子を説明する図である。

【図4】 本発明の実施の形態1に係わり左右の渦輪の干渉メカニズムを説明する図である。

【図5】 本発明の実施の形態1に係わり渦輪列群の運動を数値解析の手法を用いてシミュレートする計算のフローチャートを示す図である。

【図6】 本発明の実施の形態1による渦離散法によりシミュレートされた渦輪列の運動の様子を示す説明図である。

【図7】 本発明の実施の形態1による3次元の渦輪列群を噴出するように構成された渦輪発生装置の構成を示

す図である。

【図8】 本発明の実施の形態2によるジャバラ機構を有した渦輪発生装置の1構成例を示す図である。

【図9】 本発明の実施の形態2によるジャバラ機構を有した渦輪発生装置の別の構成例を示す図である。

【図10】 本発明の実施の形態3によるピストン機構を有した渦輪発生装置の1構成例を示す図である。

【図11】 本発明の実施の形態3によるピストン機構を有した渦輪発生装置の別の構成例を示す図である。

10 【図12】 本発明の実施の形態4によるスピーカを有した渦輪発生装置の1構成例を示す図である。

【図13】 本発明の実施の形態4によるスピーカを有した渦輪発生装置の別の構成例を示す図である。

【図14】 本発明の実施の形態5によるコンプレッサを有した渦輪発生装置の1構成例を示す図である。

【図15】 本発明の実施の形態5によるコンプレッサを有した渦輪発生装置の1構成例を示す図である。

【図16】 本発明の実施の形態6によるブロウを有した渦輪発生装置の1構成例を示す図である。

20 【図17】 本発明の実施の形態6によるブロウを有した渦輪発生装置の別の構成例を示す図である。

【図18】 本発明の実施の形態7による任意の渦輪に識別要素を追加する構成を有する表示装置の1構成例を示す図である。

【図19】 本発明の実施の形態7による任意の渦輪に識別要素を追加する構成を有する表示装置の別の構成例を示す図である。

30 【図20】 本発明の実施の形態8による照明機能が付加された渦輪を用いた表示装置の1構成例を示す図である。

【図21】 本発明の実施の形態8による照明機能が付加された渦輪を用いた表示装置の別の構成例を説明する図である。

【図22】 本発明の第8実施の形態による照明機能が付加された渦輪を用いた表示装置の別の構成例を説明する図である。

【図23】 本発明の第8実施の形態による照明機能が付加された渦輪を用いた表示装置の別の構成例を説明する図である。

40 【図24】 本発明の第8実施の形態による照明機能が付加された渦輪を用いた表示装置の別の構成例を説明する図である。

【図25】 本発明の実施の形態9による識別要素を含有した渦輪を回収する機能を有する表示装置の構成を示す図である。

【図26】 本発明の実施の形態9による識別要素を含有した渦輪を回収する機能を有する回収装置の構成を示す図である。

50 【図27】 本発明の実施の形態10による照明機能が付加された渦輪を用いた表示装置の1構成例を示す図で



ある。

【図28】 本発明の実施の形態10による照明機能が付加された渦輪を用いた表示装置の別の構成例を説明する図である。

【図29】 本発明の実施の形態10による照明機能が付加された渦輪を用いた表示装置の別の構成例を説明する図である。

【図30】 本発明の実施の形態10による照明機能が付加された渦輪を用いた表示装置の別の構成例を要部を拡大して説明する図である。

【図31】 従来水中に気泡を発生させて水槽の透視面に任意のパターンを表示するよう構成された情報伝達装置を示す概念図である。

【図32】 従来の渦輪を断続的に発生させて任意の流体を任意の場所にスポット的に搬送する送風装置を示す概念図である。

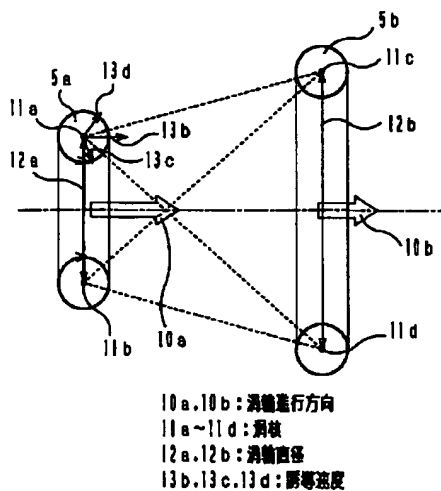
【図33】 従来の渦輪を断続的に発生させて任意の流体を任意の場所にスポット的に搬送する送風装置を示す概念図である。

【符号の説明】

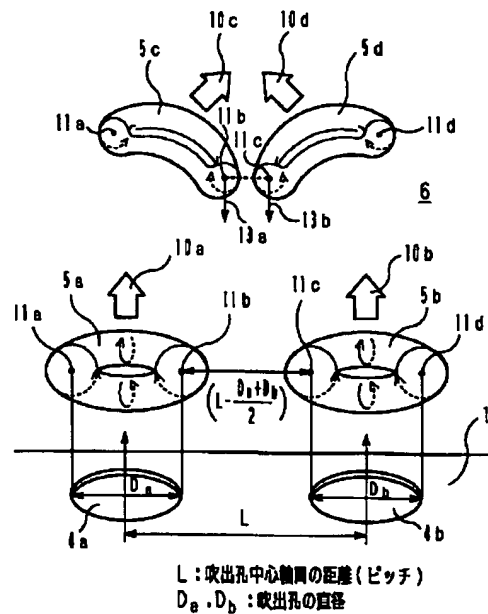
100 水槽、101 散気体、102 上昇気流、103 空気供給源、104 気泡群、105 電磁弁、106 表示パターン、107 コントローラ、110 吹出装置、111 吹き出し口、112 被搬送流体、113 渦輪、114 入箇所、1 渦輪発生装置、2 流体供給路、3 \*

\* 流体供給装置、4 吹出孔、5 渦輪、6 空間、7 圧力室、8 ナイフエッジ、9 渦輪回転方向、10 渦輪進行方向、11 渦核、12 渦核直径、13 誘導速度、L 吹出孔間の距離、LD 渦核間の距離、14 ジャバラ、15 駆動装置、16 連結部、17 吸気弁、18 整流器、19 可動部、20 ピストン、21 排気弁、22 コントローラ、23 駆動装置信号線、24 吸気弁信号線、25 排気弁信号線、26 スピーカ、27 スピーカ信号線、28 アンプ、29 コンプレッサ、30 弁、31 流体供給路、32 ディフューザ、33 回転円盤、34 スリット、35 モータ、36 モータ制御線、37 ブロワ、38 ブロワ信号線、38 縮流ダクト、39 着色装置、40 着色信号線、41 照明装置、42 光、43 回収装置、44 フード、45 ブロワ、46 回収ダクト、47 照明装置、48 制御装置、49 センサ、50 照明装置、51 照明光、52 可変ミラー、53 駆動装置、61 ブラケット照明、62 スタンド照明、65 パーティション壁面、67 ガラス壁、68 吸気部、69 ストロボ装置、70 天井、71 通路、72 流水設備、80 回収コンベア、81、82 フィルタ、84 空気供給室、90 ロビー空間、91 床面、92 照明装置。

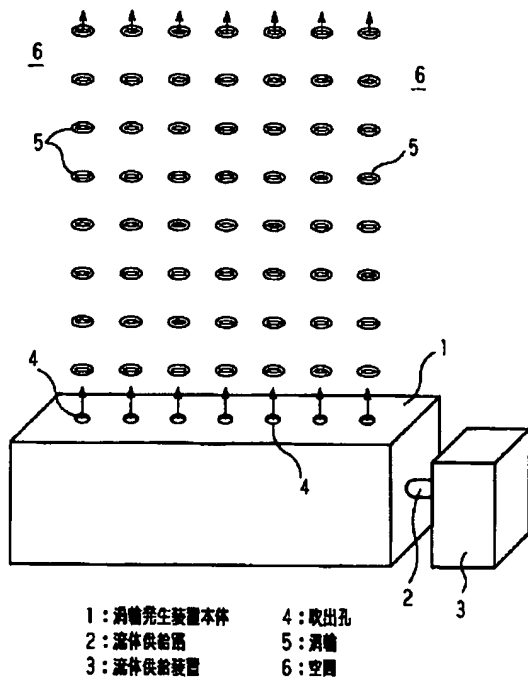
【図3】



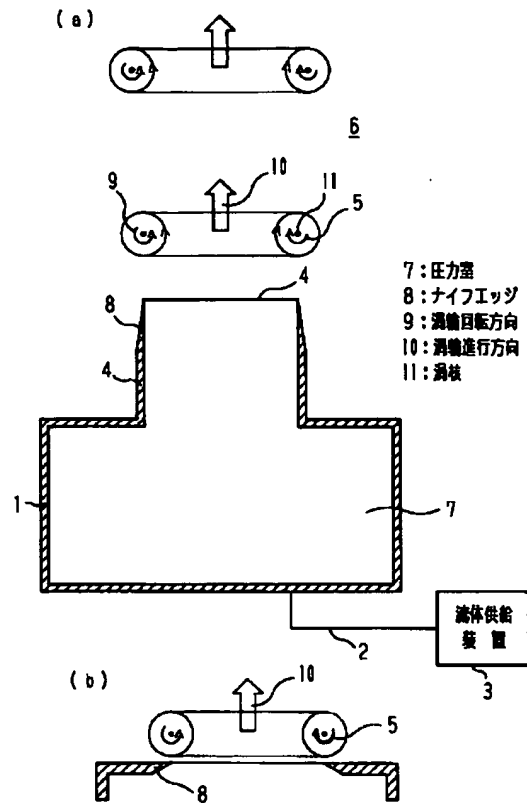
【図4】



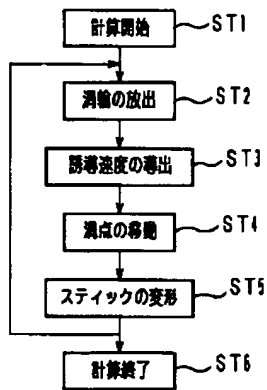
【図1】



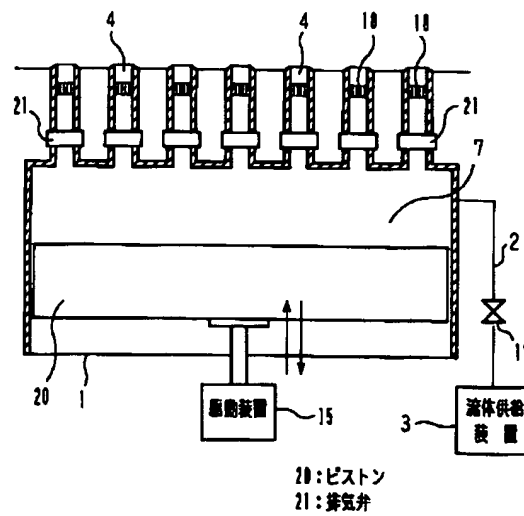
【図2】



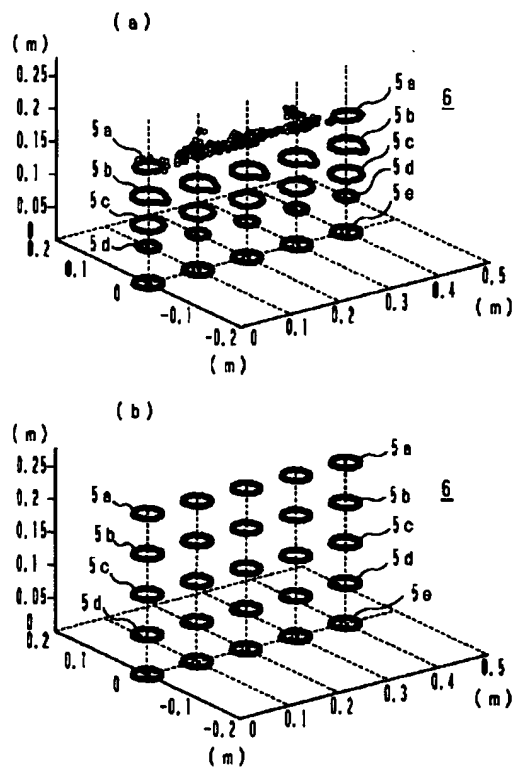
【図5】



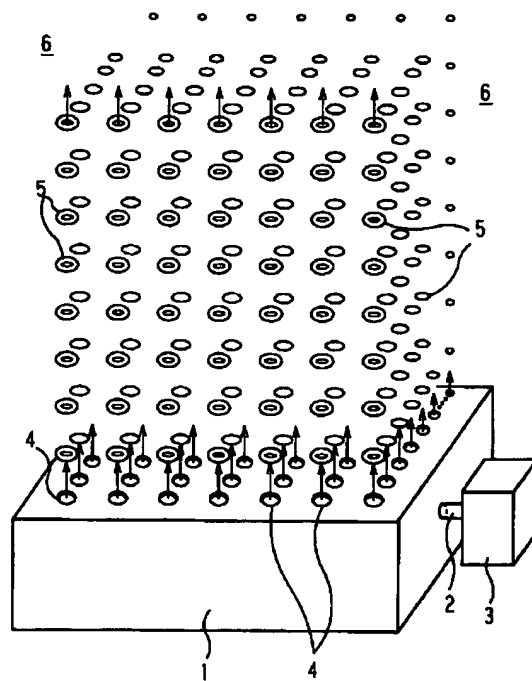
【図10】



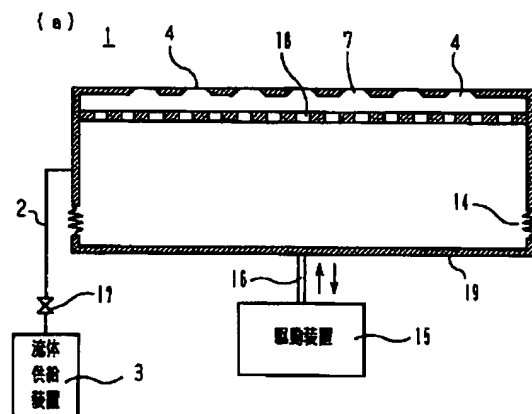
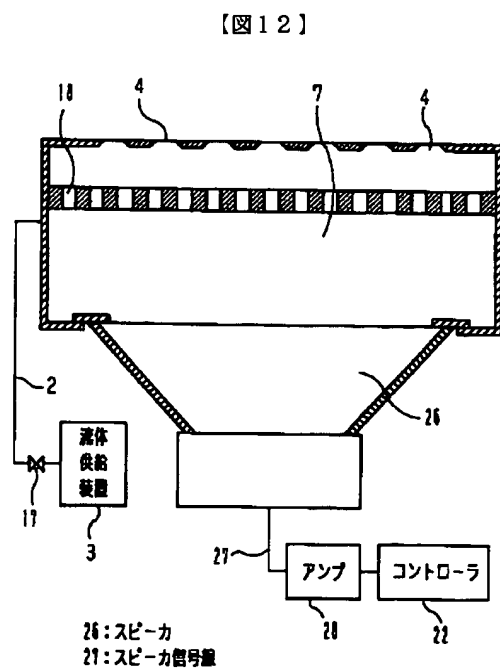
【図6】



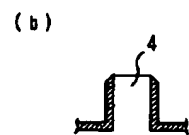
【図7】



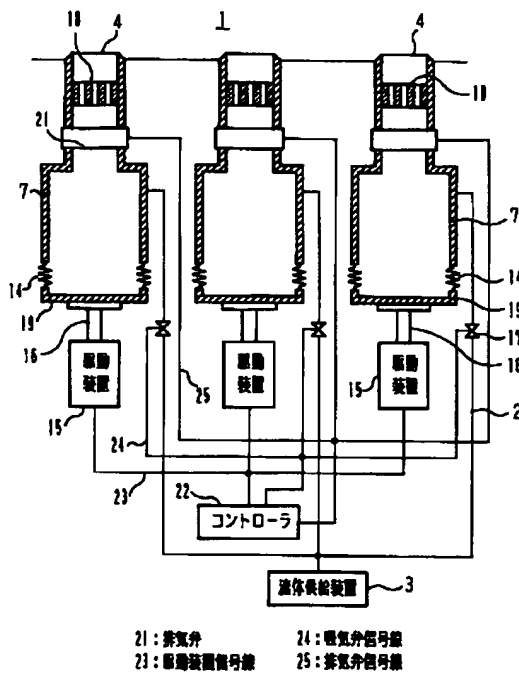
【図8】



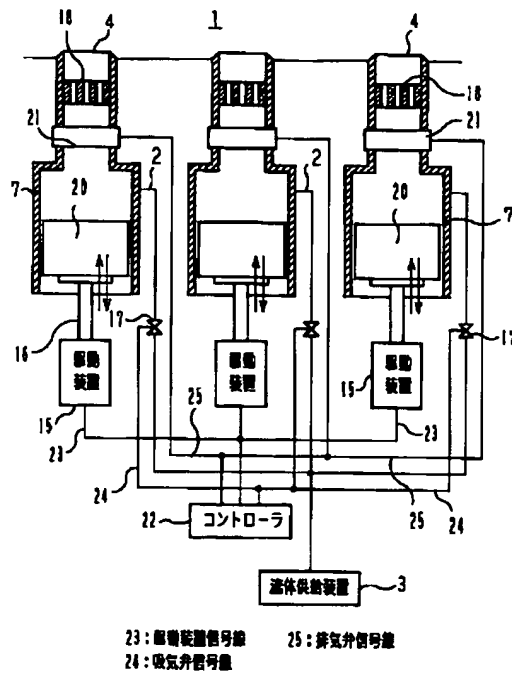
14: ジャバラ  
15: 連結部  
17: 吸気弁  
18: 壁部  
19: 可動部



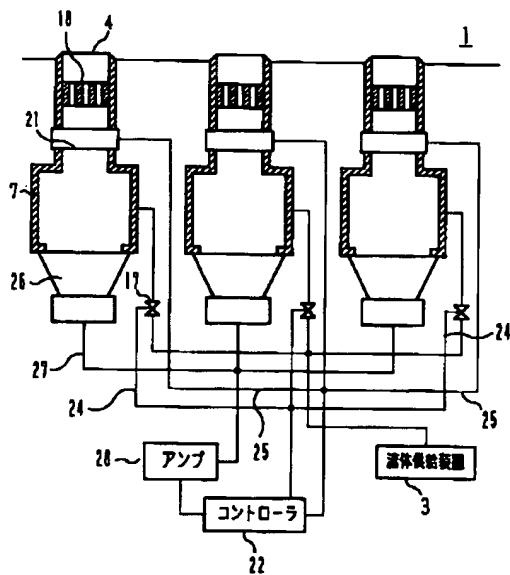
【図9】



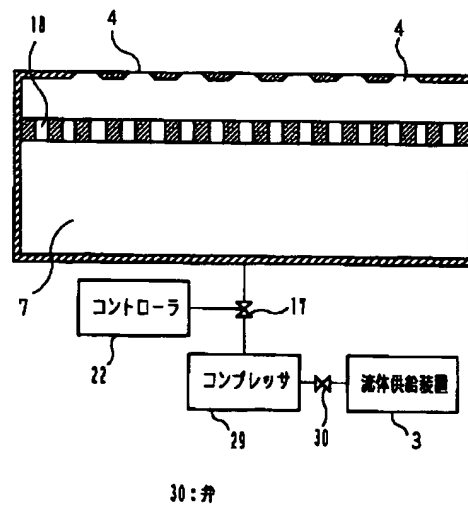
【図11】



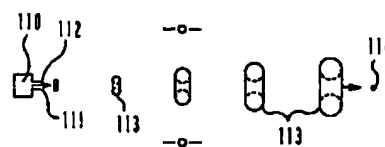
【図13】



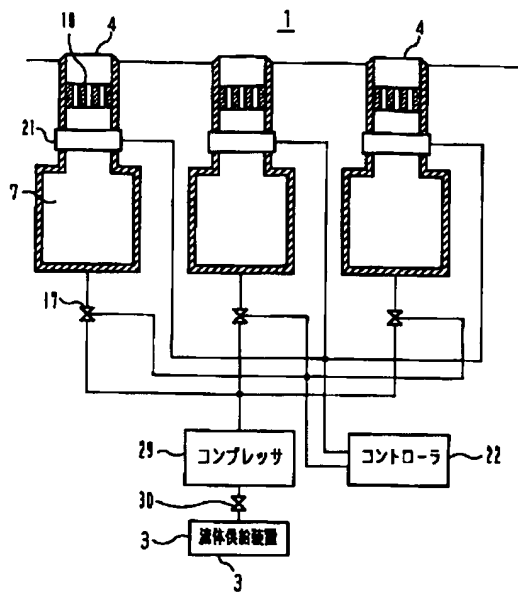
【図14】



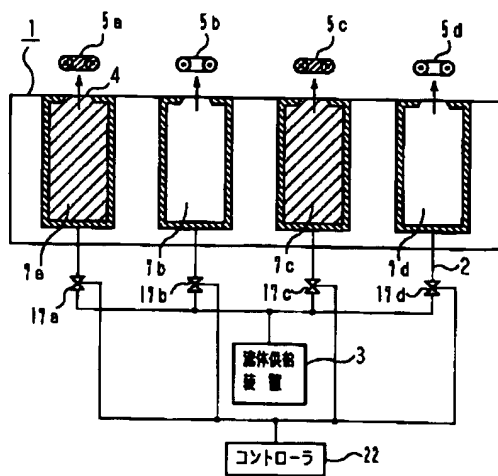
【図32】



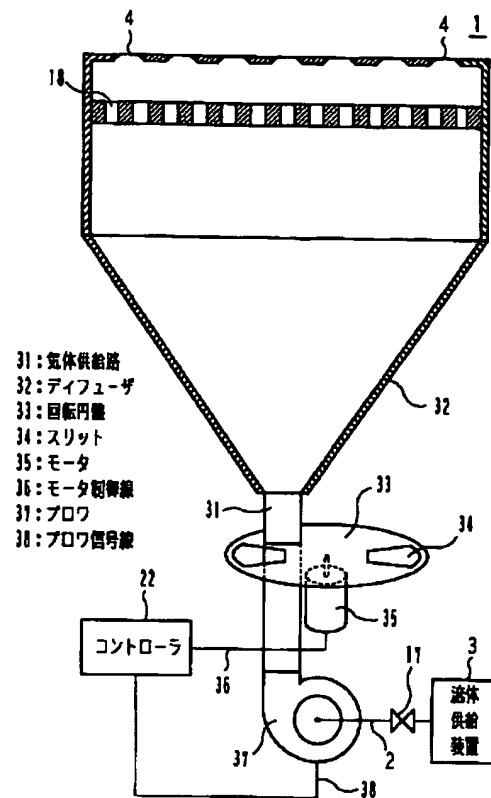
【図15】



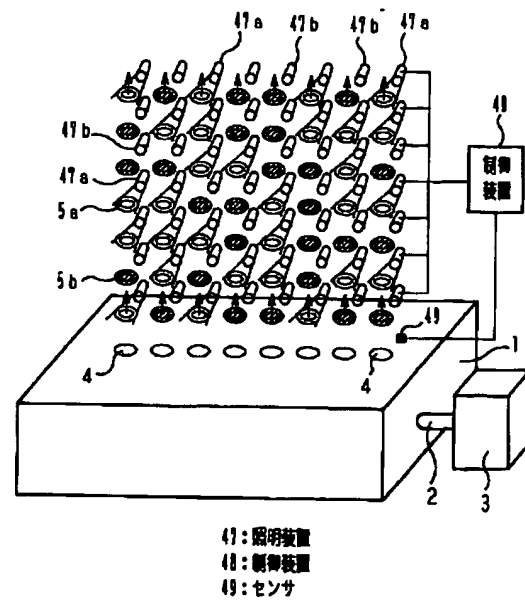
【図18】



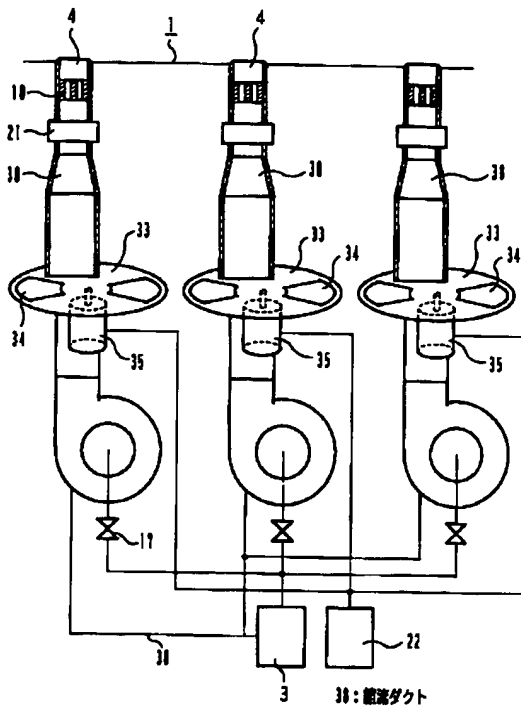
【図16】



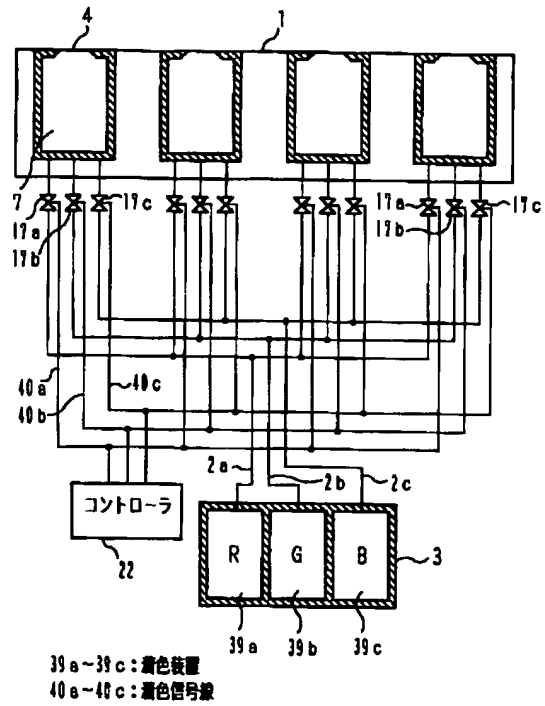
【図27】



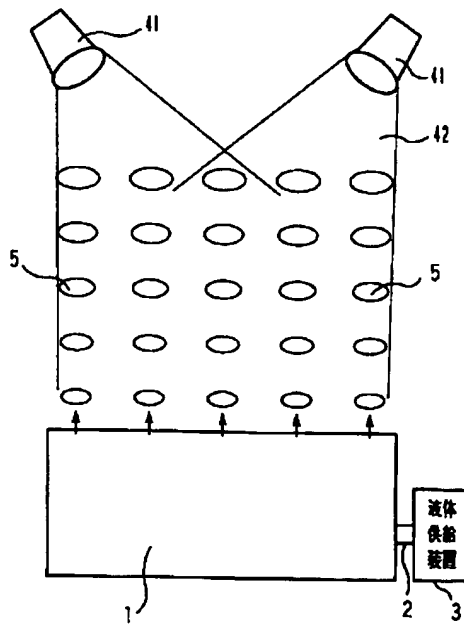
【図17】



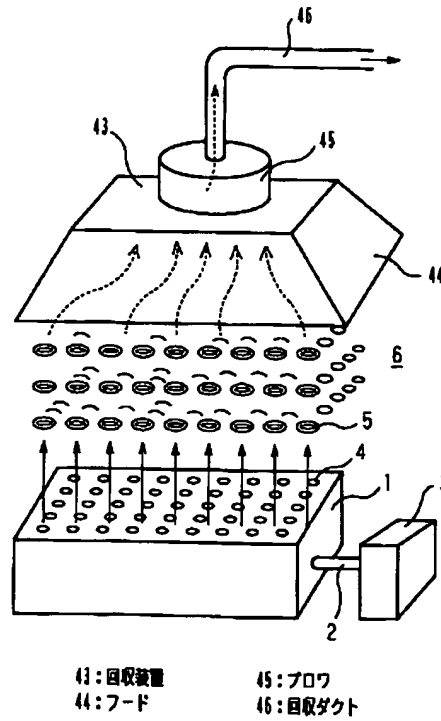
【図19】



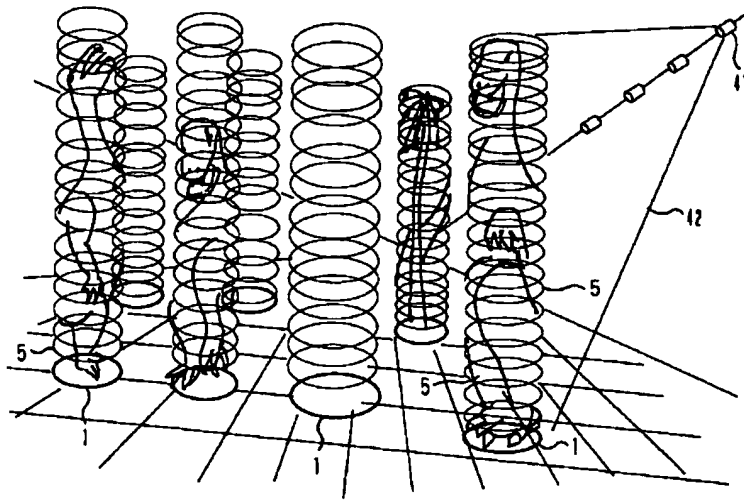
【図20】



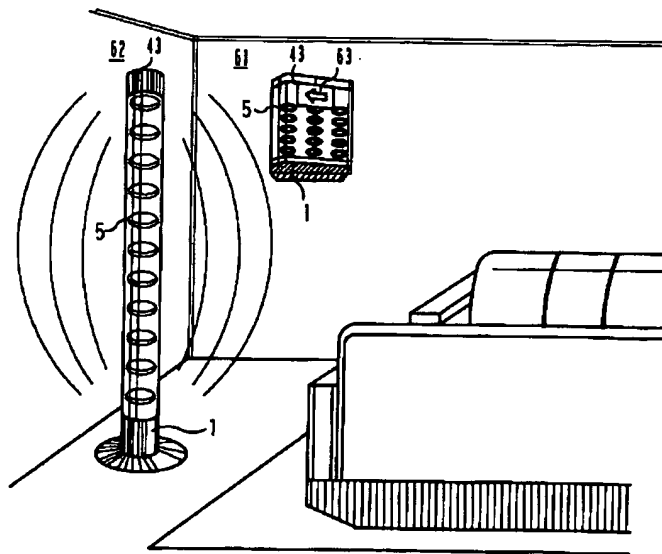
【図25】



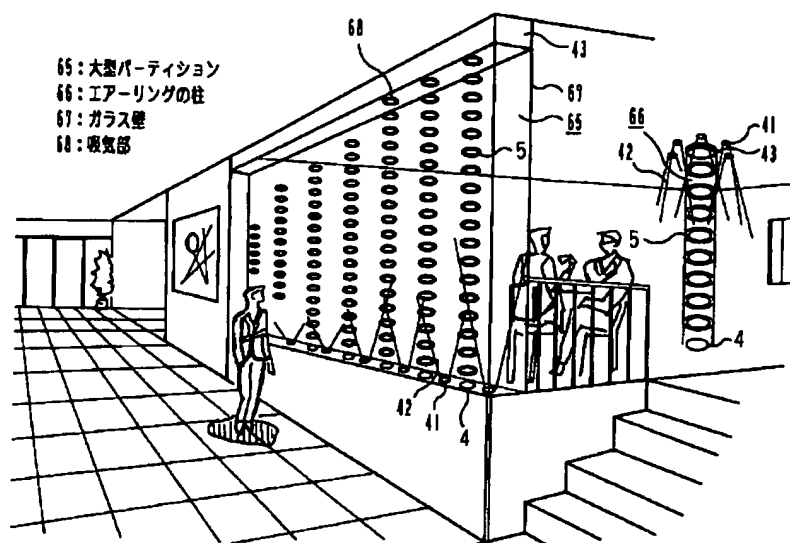
【図21】



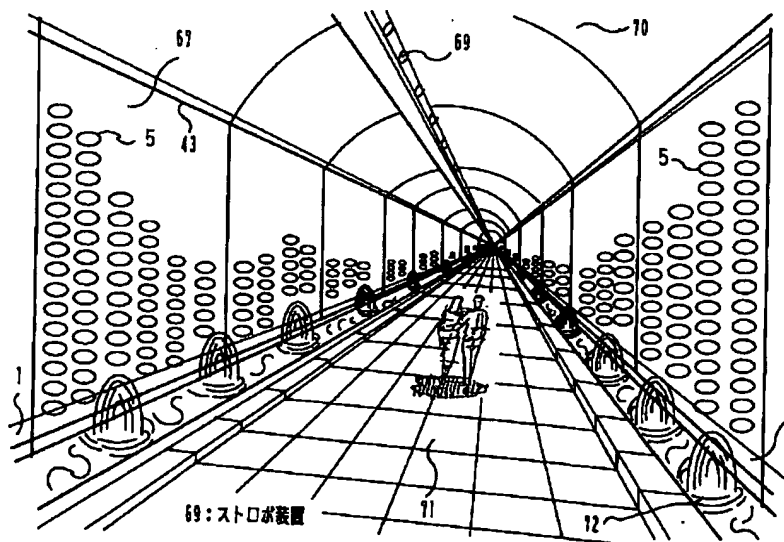
【図22】



【図23】

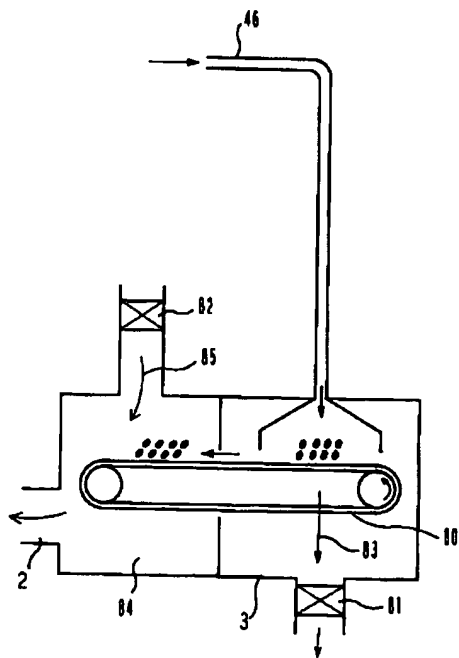


【図24】



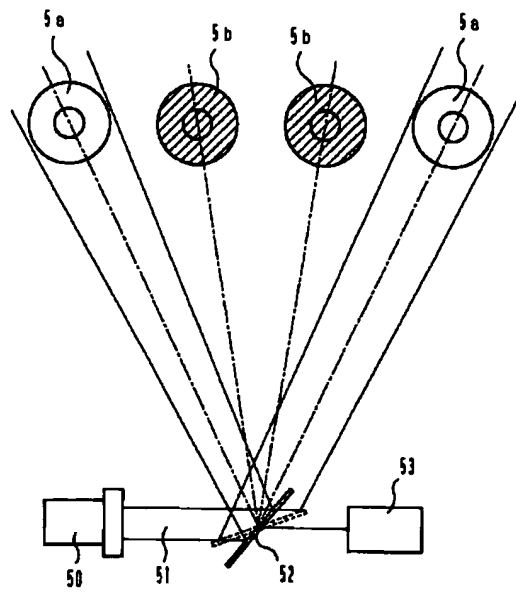


【図26】



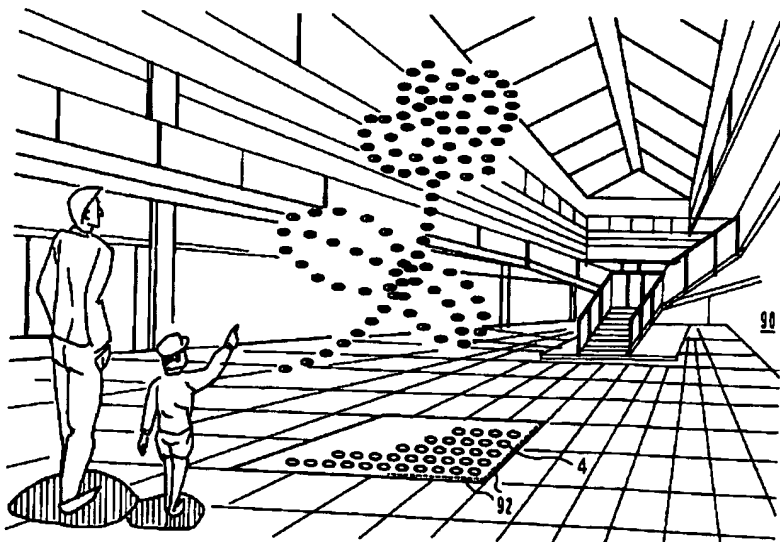
80: 回収コンベア  
 81, 82: フィルタ  
 84: 空気供給室

【図30】

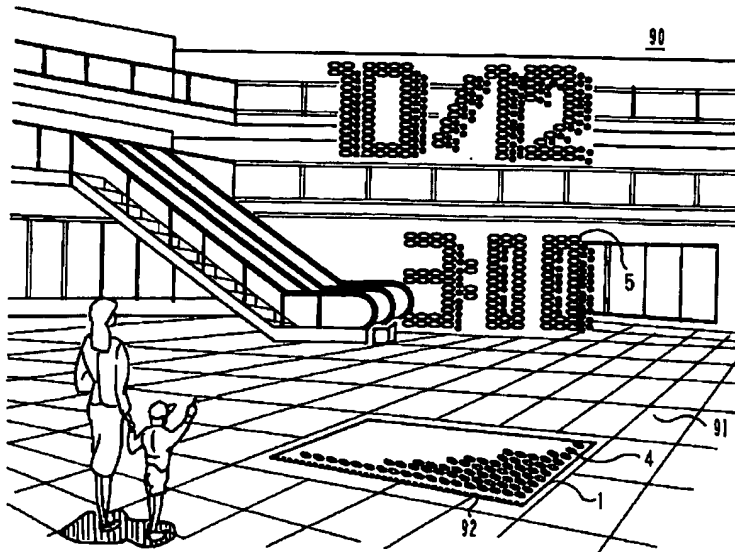


50: 照明装置  
 51: 照明光  
 52: 可変ミラー  
 53: 光源装置

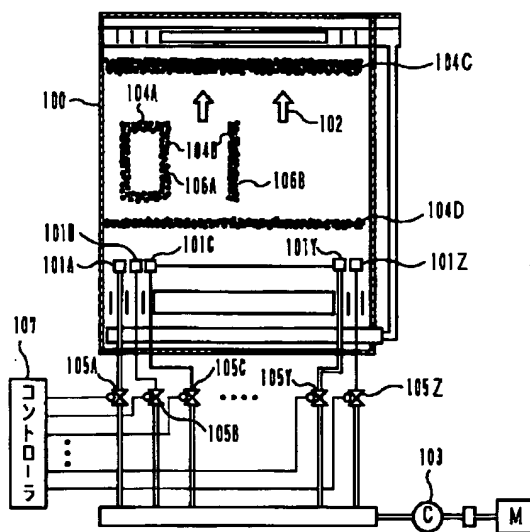
【図28】



【図29】

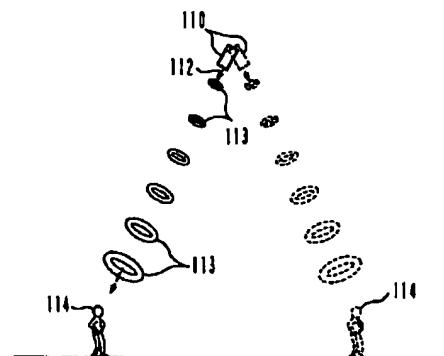


【図31】



100: 水槽  
101A~101Z: 散気体  
102: 上昇気流  
103: 空気供給源  
104A~104Z: 気泡群  
105A~105Z: 電磁弁  
106A, 106B: 表示パターン  
107: コントローラ

【図33】



フロントページの続き

(72)発明者 古藤 悟  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内